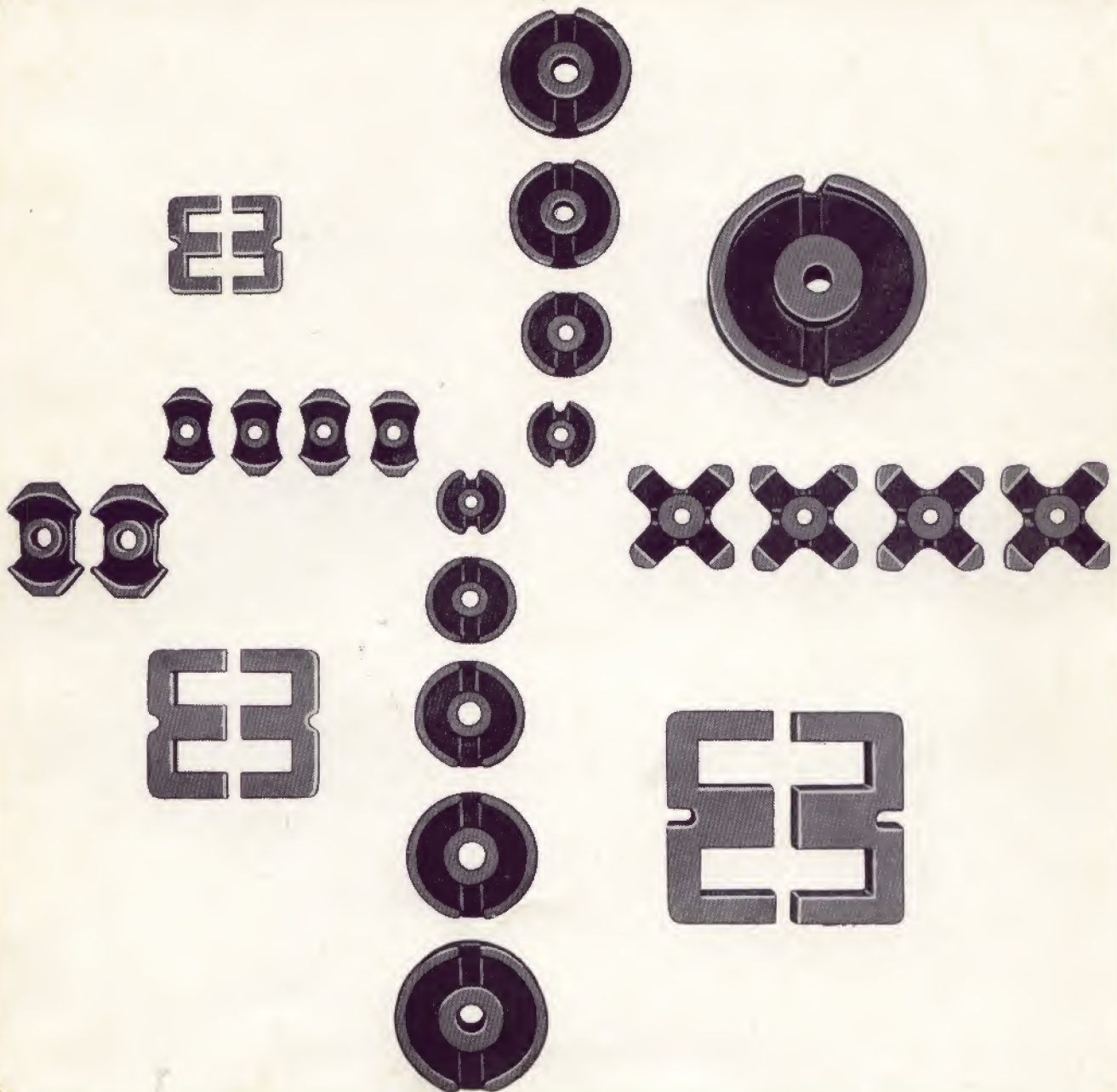


MANIFER

Fernmeldetechnik



Ausgabe 1978

Abbildungen und Werte gelten nur bedingt als Unterlagen für Bestellungen.
Rechtsverbindlich ist jeweils die Auftragsbestätigung · Änderungen vorbehalten

MANIFER

1. Allgemeine Einführung

„Manifer“ ist ein von uns auf oxidischer Grundlage entwickelter verlustarmer, weichmagnetischer Sinterwerkstoff, der eine nur geringe elektrische Leitfähigkeit aufweist und infolgedessen auch bei Verwendung in massiver, d. h. nicht unterteilter Form, praktisch keine Wirbelstromverluste aufkommen läßt. Er ist deshalb besonders zur Verwendung für die Gebiete höherer Frequenzen geeignet.

Die Grundlage dieses Sinterwerkstoffes, der von uns für die verschiedenartigsten Bedürfnisse der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik in verschiedenen Abarten hergestellt und geliefert wird, bilden nichtmetallische ferro-magnetische Ferrite, die aus Eisenoxid und einem oder mehreren Oxiden zweiwertiger Metalle Me^{II} bestehen und Mischkristalle oder chemische Verbindungen der allgemeinen Zusammensetzung $Me^{II}O \cdot Fe_2O_3$ bzw. $Me_1^{II}O \cdot Me_2^{II}O \cdot Fe_2O_3$ bilden. Diese unterscheiden sich grundlegend von den bisher als „Hochfrequenzeisen“ ausschließlich verwendeten aus Pulvereisen mit organischen Bindemitteln zusammen verpreßten Masseisenkernwerkstoffen, die nur rein mechanische Gemenge darstellen, während es sich bei den Ferriten um vollkommen homogene Materialien handelt. Die Ferrite, deren bekanntester Vertreter der in der Natur vorkommende und bereits im Altertum erwähnte Magnetisenstein oder Magnetit $F_3O_4 = FeO \cdot F_2O_3$ ist, waren bereits im Jahre 1909 von S. Hilpert – vergleiche DRP 226 347 und DRP 227 787 – wegen ihrer geringen elektrischen Leitfähigkeit und der dadurch gegebenen Möglichkeit, das Entstehen von Wirbelstromverlusten auch bei höheren Frequenzen zu verhindern, zur Verwendung in elektrischen und magnetischen Apparaten vorgeschlagen worden.

Es bedurfte aber später immerhin noch einer langjährigen, planmäßigen Forschungsarbeit, bis die auf dieser Grundlage hergestellten magnetischen Werkstoffe mit ihren teilweise sehr bemerkenswerten Eigenschaften mit den gebräuchlichen magnetischen Werkstoffen in Wettbewerb treten konnten.

Von den nach den allgemeinen Hilbertschen Formeln herstellbaren Ferriten bzw. Mischferriten besitzt nur eine geringe Anzahl besonders günstige magnetische Eigenschaften. Die besten Ergebnisse sind in der Praxis nach den bisher vorliegenden Erfahrungen mit den Mangan- und Nickelferriten bzw. den Manganzink- und den Nickelzinkferriten erzielt worden.

Für die spezifischen Widerstände der Ferrite werden Werte zwischen 10^2 und $10^9 \Omega \cdot cm$ erhalten. Die Sättigungsmagnetisierungen der Ferrite liegen allerdings im Vergleich zu normalem Eisen mit Werten zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ und $5 \cdot 10^{-5} Vs/cm^2$ (1 000–5 000 Gauß) außerordentlich niedrig, so daß eine Verwendung dieser Werkstoffe auf dem Gebiet der Starkstromtechnik, z. B. für Leistungsübertragung, im allgemeinen nicht in Frage kommt. Die Ferrite müssen vielmehr als ein typischer Werkstoff für die Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik angesehen werden. Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Ferrite ist im übrigen noch deren geringes spezifisches Gewicht, das etwa 4,8 beträgt und sich aus dem keramikähnlichen Charakter des Materials erklärt.

Die Herstellung der Ferrite erfolgt nach speziellen Sinterverfahren. Nach dem Mischen und Mahlen der Metalloxide werden diese, erforderlichenfalls zusammen mit einem geeigneten Bindemittel, in Stahlmatrizen in die jeweils gewünschte Form gepreßt und schließlich bei Temperaturen zwischen 1000 und 1400 °C gesintert.

Da die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Ferrite sowohl von der chemischen Zusammensetzung als auch von der Sinterbehandlung abhängen, wäre an sich die Herstellung einer beinahe unbegrenzten Anzahl von Eigenschaftskombinationen denkbar, so daß für jede spezifische Anwendung ein spezieller Ferrit zur Verfügung gestellt werden könnte. Praktisch ist so etwas natürlich nicht durchführbar. Bei der fabrikatorischen Herstellung muß vielmehr eine Beschränkung auf eine geringstmögliche Zahl von Werkstofftypen vorgenommen werden.

2. Begriffsbestimmungen und allgemeine Erläuterungen

2.1. Permeabilität μ

Unter der Permeabilität eines magnetischen Werkstoffes wird allgemein das Verhältnis der magnetischen Induktion B zur magnetischen Feldstärke H verstanden. In SI-Einheiten ist die sogenannte „absolute Permeabilität“

$$\mu_{abs} = \mu \cdot \mu_0 = \frac{B}{H} \left[\frac{\text{mT}}{\text{kA/m}} \right]$$

wobei μ_0 die Induktionskonstante bzw. die absolute Permeabilität des Vakuums bedeutet.

Der Ausdruck $\mu = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{B}{H}$ wird als „relative Permeabilität“ bezeichnet.

2.1.1. Anfangspermeabilität μ_i

Die Anfangspermeabilität μ_i ist der Grenzwert der relativen Permeabilität für die Feldstärke $H \rightarrow 0$. Sie kann an einem geschlossenen entmagnetisierten und mit einer Windung versehenen Ringkern aus der Beziehung für die Induktivität einer Ringkernspule

$$L = \mu_i \cdot \mu_0 \cdot w^2 \frac{F}{l} \left[H \right]$$

ermittelt werden.

μ_i = Anfangspermeabilität

μ_0 = Induktionskonstante = $1,256 \frac{\text{mT}}{\text{kA/m}}$

F = Kernquerschnitt in cm^2

w = Windungszahl

l = mittlere magnetische Weglänge in cm

2.1.2. Gescherte oder effektive Permeabilität μ_e

Durch Einfügen eines Luftspaltes in einen Kern mit magnetisch geschlossenem Weg (zum Beispiel Ringkern, Schalenkern, E-Kern) tritt eine „Scherung“ und damit auch eine Verminderung der Permeabilität ein. Anstelle der Anfangspermeabilität μ_i erhält man die sogenannte gescherte (Anfangs-) Permeabilität μ_e , da die Spule mit geschertem Kern eine entsprechend niedrigere Induktivität

$$L_e = \mu_e \cdot \mu_0 \cdot w^2 \frac{F}{l}$$

besitzt. Für die gescherte Permeabilität ergibt sich daraus

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L_e}{w^2} \cdot \frac{l}{F}$$

Die Induktivität L_e verhält sich zur Induktivität L der Spule mit ungeschertem Kern (d. h. mit Kern ohne Luftspalt) wie die gescherte

Permeabilität zur Anfangspermeabilität. Es gilt demgemäß die Beziehung

$$\frac{L_e}{L} = \frac{\mu_e}{\mu_i}$$

woraus sich für die gescherte Permeabilität

$$\mu_e = \mu_i \cdot \frac{L_e}{L}$$

ergibt.

2.1.3. Induktivitätsfaktor A_L

Der Induktivitätsfaktor A_L bzw. der A_L -Wert wird für die Berechnung von Spuleninduktivitäten verwendet.

Unter dem Induktivitätsfaktor A_L einer Spule wird die auf die Windungszahl 1 bezogene Induktivität in $\text{nH} = 10^{-9} \text{H}$ verstanden, d. h. es gilt

$$A_L = \frac{w^2}{L}$$

wobei L in nH einzusetzen ist.

Wird in der Beziehung für die gescherte Permeabilität anstelle des

Ausdrucks $\frac{L_e}{w^2}$ der Induktivitätsfaktor A_L gesetzt, dann läßt sich die gescherte Permeabilität auch in folgender Form schreiben:

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_0} \cdot A_L \cdot \frac{l}{F}$$

d. h. die Permeabilität μ_e ist dem A_L -Wert und weiterhin dem sogenannten Formfaktor $\frac{l}{F}$ proportional.

2.2. Verlustfaktor $\tan \delta$ und Güte Q

Unter dem Verlustfaktor $\tan \delta$ einer Spule wird das Verhältnis ihres Wirkwiderstandes zu ihrem (mit diesem in Reihe liegenden) Blindwiderstand verstanden, d. h. es gilt

$$\tan \delta = \frac{R}{\omega L}$$

In Magnetkernspulen setzt sich der gesamte Wirkwiderstand R aus dem Kupferverlustwiderstandsanteil R_{Cu} und dem Kernverlustwiderstandsanteil R_K zusammen. Für den Verlustfaktor des magnetischen Kernstoffes gilt demgemäß die Beziehung

$$\tan \delta_k = \frac{R_K}{\omega L} \equiv \frac{R_w + R_h + R_n}{\omega L}$$

Hierbei sind:

$$\begin{aligned} R_w &= w \cdot L \cdot f^2 \text{ (}\Omega\text{)} && \text{der Wirbelstromverlustwiderstandsanteil} \\ R_h &= h \cdot L \cdot H \cdot f \text{ (}\Omega\text{)} && \text{der Hystereseverlustwiderstandsanteil} \\ R_n &= n \cdot L \cdot f \text{ (}\Omega\text{)} && \text{der Nachwirkungs- (bzw. Rest-) Verlustwiderstandsanteil.} \end{aligned}$$

Die Faktoren w , h und n sind die sogenannten Verlustbeiwerte. Der reziproke Wert des Verlustfaktors $\tan \delta$ wird als Güte Q bezeichnet.

$$\text{Es ist also } Q = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{\omega L}{R} = \frac{\omega L}{R_{Cu} + R_K}$$

d. h. die Güte einer Spule mit Magnetkern hängt sowohl von den Verlusten des Kernstoffes als auch von den Verlusten der Kupferwicklung ab.

2.2.1. Relativer Verlustfaktor $\tan \delta_K / \mu_i$

Durch Scherung, d. h. durch Einfügen eines Luftspaltes in einen geschlossenen magnetischen Kreis, wird der Verlustfaktor des magnetischen Kernwerkstoffes $\tan \delta$ praktisch im gleichen Verhältnis wie die Permeabilität reduziert.

Es gilt in erster Näherung

$$\frac{\tan \delta_K}{\mu_i} = \frac{\tan \delta_K}{\mu_e}$$

Hierbei sind:

$$\begin{aligned} \delta_K &= \text{Verlustwinkel des ungescherten magnetischen Kernes} \\ \delta_K' &= \text{Verlustwinkel des gescherten magnetischen Kernes} \\ \mu_i &= \text{Anfangspermeabilität} \\ \mu_e &= \text{gescherte Permeabilität} \end{aligned}$$

Der Ausdruck $\frac{\tan \delta_K}{\mu_i}$ wird als relativer Verlustfaktor bezeichnet.

Dieser ist eine Werkstoffkonstante und gestattet den Vergleich verschiedener magnetischer Ferritwerkstoffe hinsichtlich ihrer Verlusteigenschaften unabhängig von ihrer Anfangspermeabilität.

Der Verlustfaktor eines gescherten Kernes (z. B. eines Schalenkernes mit Luftspalt) ergibt sich durch Multiplikation des – in der Werkstofftabelle angegebenen – relativen Verlustfaktors mit der von der jeweiligen Scherung abhängigen gescherten Permeabilität μ_e zu

$$\tan \delta_K' = \mu_e \frac{\mu_i}{\tan \delta_K}$$

Anmerkung

Zur Charakterisierung der Verlusteigenschaften magnetischer Ferritwerkstoffe wird häufig auch der reziproke Wert des relativen Verlustfaktors, die sogenannte spezifische Güte

$$\mu_i \cdot Q_K = \frac{\tan \delta_K}{\mu_i}$$

angegeben.

Hierbei ist zu beachten, daß in der Güte Q_K nur die Kernverluste R_K und nicht auch die Verluste der Kupferwicklung R_{Cu} mit enthalten sind.

Für die spezifische Güte gilt gleichfalls in erster Näherung die Konstanzbedingung

$$\mu_i \cdot Q_K = \mu_e \cdot Q_K'$$

wobei unter Q_K' die Güte des gescherten Kernes zu verstehen ist.

2.2.2. Relativer Hysteresebeiwert h/μ_i^2

Der Hysteresebeiwert h eines magnetischen Kernwerkstoffes ist ein Maß für die in einem magnetischen Werkstoff durch ein magnetisches Wechselfeld hervorgerufenen feldstärkeabhängigen Verluste und ergibt sich aus der Beziehung für den Hystereseverlustwiderstand

$$R_h = h \cdot L \cdot f \cdot H$$

Hierbei sind:

$$\begin{aligned} R_h &= \text{Hystereseverlustwiderstand in Ohm} \\ h &= \text{Hysteresebeiwert in cm/kA} \\ L &= \text{Induktivität in H} \\ f &= \text{Frequenz in kHz} \\ H &= \text{Feldstärke in A/cm} \end{aligned}$$

Da sich der Hysteresebeiwert h bei Scherung praktisch mit dem Quadrat des Scherungsverhältnisses ändert, gilt in erster Näherung die Beziehung

$$\frac{h}{\mu_i^2} = \frac{h'}{\mu_e^2}$$

Hierbei bedeuten:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \text{Anfangspermeabilität des ungescherten Kernes} \\ h &= \text{Hysteresebeiwert in cm/kA} \\ \mu_e &= \text{gescherte Permeabilität} \\ h' &= \text{Hysteresebeiwert des gescherten Kernes in cm/kA} \end{aligned}$$

Der relative Hysteresebeiwert h/μ_i^2 ist also gleichfalls eine scherungsunabhängige Werkstoffkonstante.

Der Hysteresebeiwert eines gescherten Kernes (z. B. eines Schalenkernes mit Luftspalt) ergibt sich durch Multiplikation des – in der Werkstofftabelle angegebenen – relativen Hysteresebeiwertes h/μ_i^2 mit dem Quadrat der gescherten Permeabilität zu

$$h' = \mu_e^2 \cdot h/\mu_i^2$$

2.3. Temperaturkoeffizient der Anfangspermeabilität $\alpha \mu_i$

Unter dem Temperaturkoeffizienten der Anfangspermeabilität α wird die auf 1 grad bezogene prozentuale Änderung der Anfangspermeabilität zwischen 23 °C und 63 °C verstanden.

Es ist also

$$\alpha \mu_i = \frac{\Delta \mu_i}{\mu_i \cdot \Delta T}$$

wobei $\Delta \mu_i = \mu_{i,63^\circ} - \mu_{i,23^\circ}$

und $\Delta T = 40^\circ \text{C}$ ist.

2.3.1. Relativer Temperaturkoeffizient

Der relative Temperaturkoeffizient der Anfangspermeabilität

$$\frac{\alpha \mu_i}{\mu_i} = \frac{1}{\mu_i} \cdot \frac{\Delta \mu_i}{\Delta T}$$

ist eine von der Scherung unabhängige Werkstoffkonstante.

Der Temperaturkoeffizient eines gescherten Kernes (z. B. eines Kernes mit Luftspalt) ergibt sich aus dem – in der Werkstofftabelle angegebenen – relativen Temperaturkoeffizienten durch Multiplikation mit der gescherten Permeabilität μ_e zu

$$\alpha_{\mu_e} = \mu_e \frac{\alpha_{\mu_i}}{\mu_i} = \frac{\mu_e}{\mu_i} \cdot \frac{\Delta \mu_i}{1 \nabla \cdot t_i}$$

2.4. Induktion B und Feldstärke H

Die Induktion B ist eine mit der Feldstärke H durch die Beziehung $B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$ verknüpfte nichtlineare Funktion der Feldstärke H, d. h., die Induktion B ist nicht nur der Feldstärke H, sondern auch einem von der Feldstärke abhängigen Faktor, der absoluten Permeabilität $\mu_{abs} = \mu \cdot \mu_0$, proportional. Im SI-System ist hierbei die Induktion B in mT und die Feldstärke H in A/m anzugeben. Graphisch dargestellt ergibt die Beziehung $B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$ die bekannte Hystereseschleife.

2.4.1. Sättigungsinduktion B_s

Bei hohen Feldstärken strebt die Induktion einem Sättigungswert B_s zu.

In der Werkstofftabelle sind statt dessen die Induktionswerte B für diejenigen Feldstärkewerte H angegeben, für die die beiden Äste der äußersten Hystereseschleife und die Neukurve zusammentreffen.

2.4.2. Remanenzinduktion B_r

Wird beim Durchlaufen der Hystereseschleife nach Erreichen der Sättigungsinduktion die Feldstärke wieder bis auf den Wert $H = 0$ verringert, dann ergibt sich als verbleibender Induktionswert die Remanenzinduktion B_r .

2.4.3. Koerzitivfeldstärke H_c

Die Koerzitivfeldstärke H_c ist diejenige Feldstärke, für die die Induktion $B = 0$ ist.

2.5. Curietemperatur T_c

Die Curietemperatur T_c eines magnetischen Werkstoffes ist diejenige Temperatur, bei der die magnetischen Eigenschaften verschwinden. Bei Ferritwerkstoffen ist diese Erscheinung im allgemeinen reversibel, d. h. bei Abkühlung unter die Curietemperatur kehren die magnetischen Eigenschaften wieder.

Bei unseren weichmagnetischen Maniferwerkstoffen gilt als Curietemperatur diejenige Temperatur, bei der die Anfangspermeabilität μ_i auf etwa $1/4$ des bei 23°C gemessenen Wertes abgesunken ist.

2.6. Stabilität

Ferritwerkstoffe zeigen im Laufe der Zeit mitunter gewisse Alterungserscheinungen, die sich z. B. in einer Abnahme der Anfangspermeabilität äußern. Als Maß für diese zeitliche Inkonzanz der

Anfangspermeabilität wird die sogenannte Desakkommodation D angesehen. Darunter versteht man die relative Änderung der Anfangspermeabilität μ_i in einem festgelegten Zeitintervall nach einer vorherigen Entmagnetisierung.

Für die Desakkommodation gilt die Beziehung

$$D = \frac{\mu_{i1} - \mu_{i2}}{\mu_{i2}} \cdot 100 \left[\frac{\%}{0} \right]$$

wobei $\mu_{i1} = \mu_i$ zur Zeit t_1

wobei $\mu_{i2} = \mu_i$ zur Zeit t_2 ist.

Der Vorteil der Desakkommodations-Messung besteht darin, daß aus Messungen über einen kurzen Zeitraum (Stunden) auf langzeitliche Änderungen (Jahre) geschlossen werden kann.

Bei gescherten Kernen, d. h. bei Kernen mit Luftspalt, wird die Desakkommodation bzw. die zeitliche Inkonzanz im gleichen Verhältnis wie die Permeabilität vermindert. Für eine an einem Kern ohne Luftspalt beispielsweise gemessene Desakkommodation von

ca. 2 % wird bei einer Scherung der Permeabilität auf $\frac{1}{20}$ der im

Laufe der Zeit z erwartende Permeabilitätsabfall auf $\frac{1}{20} \cdot 20 \% =$

0,1 % herabgedrückt.

2.7. Magnetische Einheiten im SI-System

a) Magnetische Feldstärke, Magnetisierung

$$1 \text{ A/m} = 10^{-2} \text{ A/cm} = 1,256 \cdot 10^{-2} \text{ Oe (Oersted)}$$

$$1 \text{ kA/m} = 10^3 \text{ A/m} = 10 \text{ A/cm} = 12,56 \text{ Oe}$$

b) Magnetische Flußdichte (magnetische Induktion)

$$1 \text{ T (Tesla)} = 1 \text{ Vs/m}^2 = 10^{-4} \text{ Vs/cm}^2 = 10^4 \text{ G (Gauß)}$$

$$1 \text{ mT} = 10 \cdot 10^{-8} \text{ Vs/cm}^2 = 10 \text{ G}$$

c) Magnetische Feldkonstante μ_0 (Induktionskonstante)

$$\begin{aligned} \mu_0 &= 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{T}}{\text{A/m}} = 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} = 1,256 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Vs}}{\text{Acm}} \\ &= 1 \frac{\text{G}}{\text{Oe}} \end{aligned}$$

$$\mu_0 = 1,256 \frac{\text{mT}}{\text{kA/m}}$$

d) Magnetischer Fluß

$$1 \text{ Wb (Weber)} = 1 \text{ Vs} = 1 \text{ Tm}^2 = 10 \text{ Gcm}^2 = 10^8 \text{ M (Maxwell)}$$

$$1 \text{ mWb} = 10^{-3} \text{ Wb} = 10^5 \text{ M}$$

e) Festigkeit

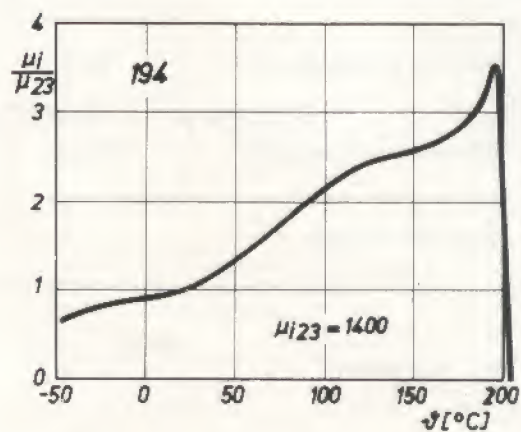
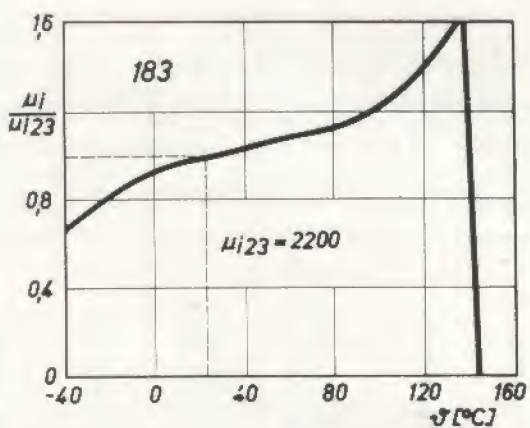
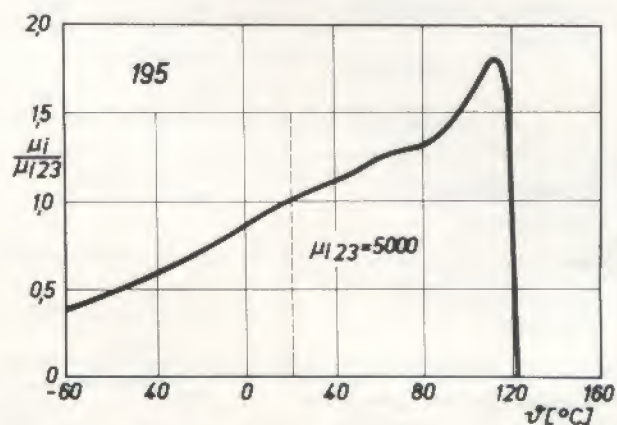
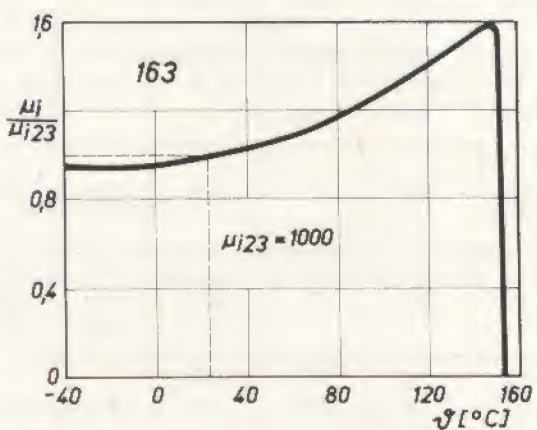
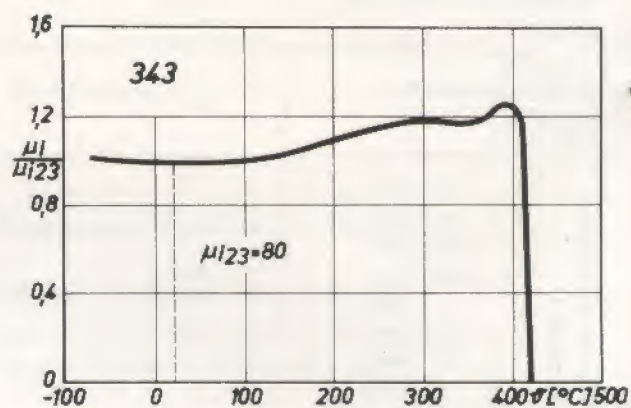
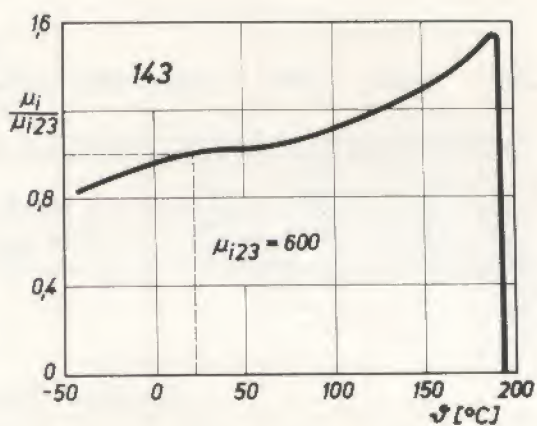
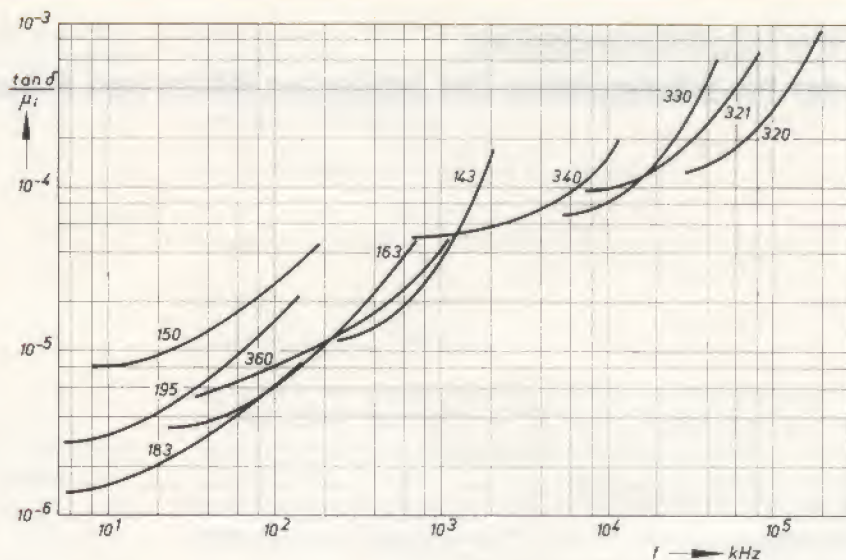
$$10 \text{ N/mm}^2 \approx 1 \text{ kp/mm}^2 \quad \text{N} = \text{Newton}$$

3. Werkstoffeigenschaften

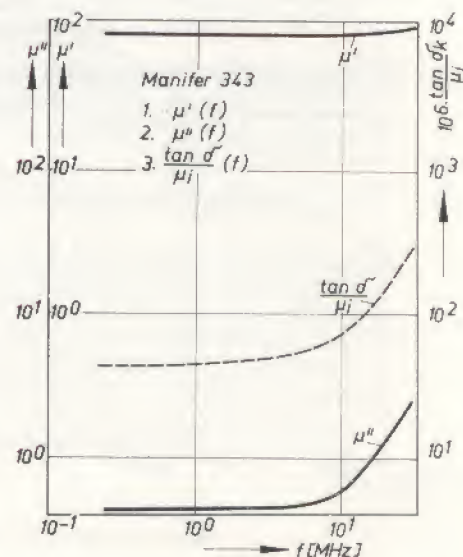
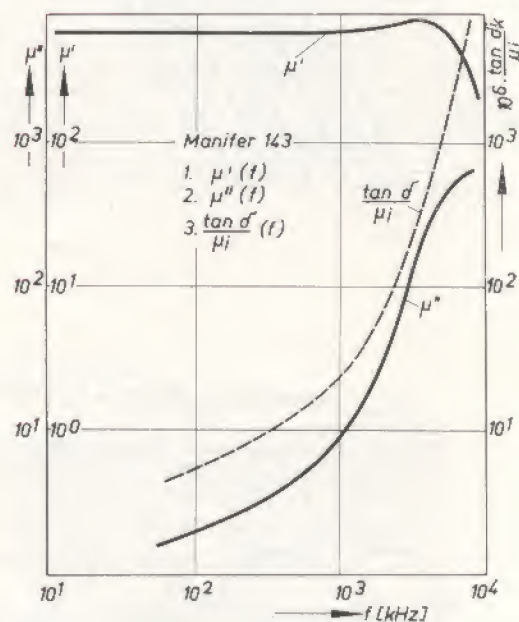
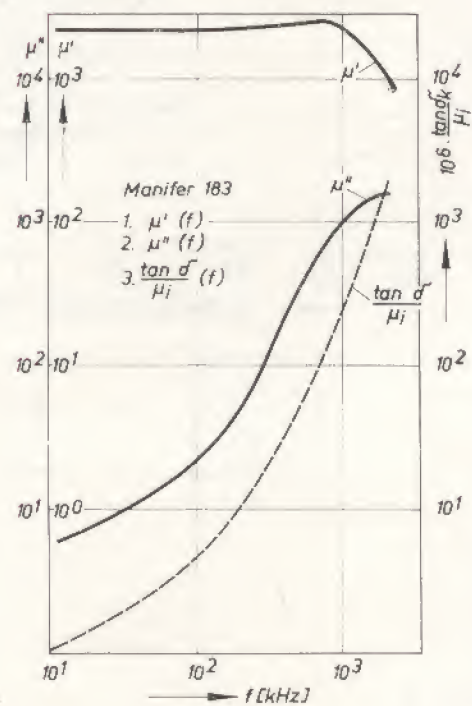
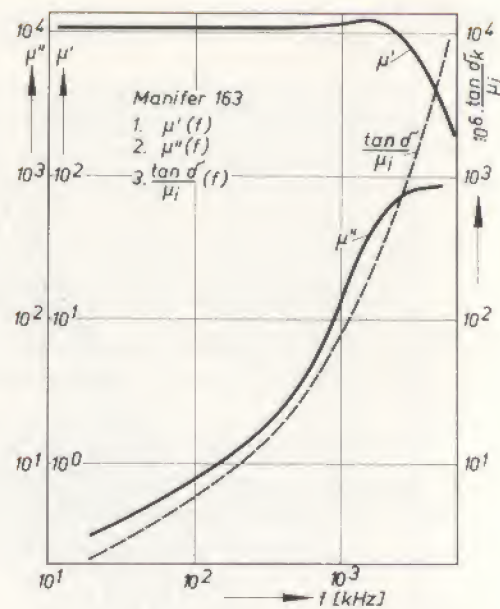
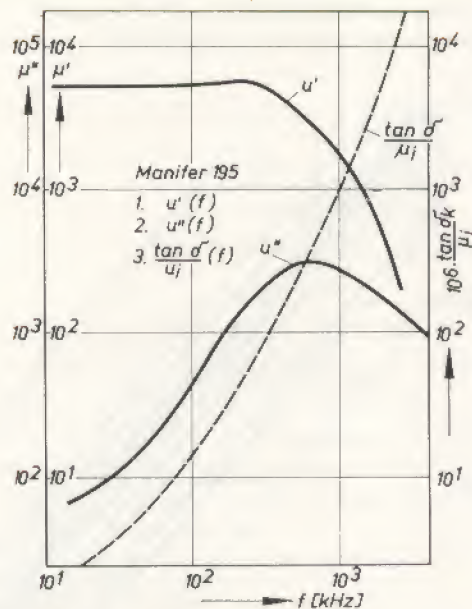
der für Schalenkerne der optimalen Reihe und E-Kerne verwendeten Ferrite

Benennung	Formelzeichen	Maßeinheit	Manifer						
			143	163	183	195	343	164	194
obere Grenze des Frequenzbereiches für Filteranwendungen	f_{\max}	MHz	2	0,5	0,2	0,1	10		
Anfangspermeabilität ($\pm 20\%$)	μ_i		600	1 000	2 200	5 000	80	1 200 bis 1 800*	
Relativer Verlustfaktor (Richtwerte)	$\frac{\text{tg } \delta}{\mu_i}$	in 10^{-6}							
10 kHz					1,5	3			
50 kHz				4	3,5	8		6	
100 kHz				6	6	15			
500 kHz			16					40	
1 MHz			35				40		
1,5 MHz			80						
2 MHz			160				80		
5 MHz									
Induktion bei Feldstärke (Richtwert)	H	A/m	800	800	800	800		800	
bei 23 °C	B	mT	420	330	330	360		395	
bei 75 °C			330	270	250			315	
Curietemperatur (mindestens)	θ_c	K	463	423	413	383	633	433	453
Koerzitivfeldstärke (Richtwert)	H_c	A/m	80	40	20	10	300 bis 600	15 bis 60	20
Relativer Temperaturkoeffizient der Anfangspermeabilität	$\frac{\alpha \mu_i}{\mu_i}$	$10^{-6}/\text{grad}$	0,5 bis 2,5	0,5 bis 2,5	0,5 bis 1,5	0,5 bis 2	1 bis 6		
Relativer Hysteresebewert	k/μ_i^2	10^{-6} cm/A	≤ 3	$\leq 1,8$	≤ 1	≤ 1			
Relative Desakkommation	D_{rel}	10^{-6} cm/A	≤ 15	≤ 8	≤ 4				
Vorzugsbauformen									
* μ_∞ bei 100 mT			Schalenkerne	Schalenkerne	X-Schalenkerne RM-Kerne, EE-Kerne	Schalenkerne X- und RM-Kerne	Schalenkerne	EE-Kerne	EE-Kerne

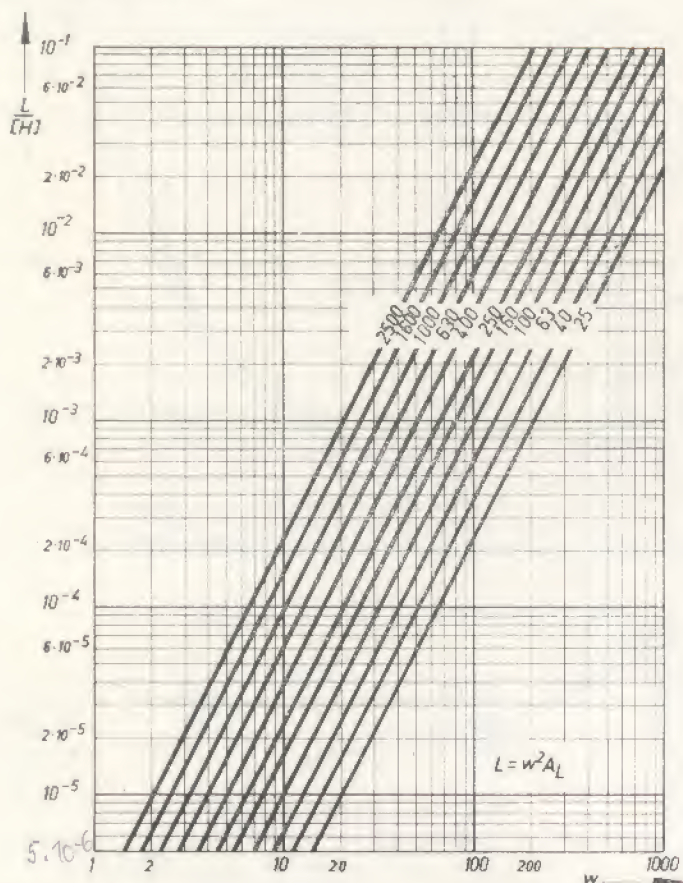
Relativer Verlustfaktor
in Abhängigkeit von der Frequenz



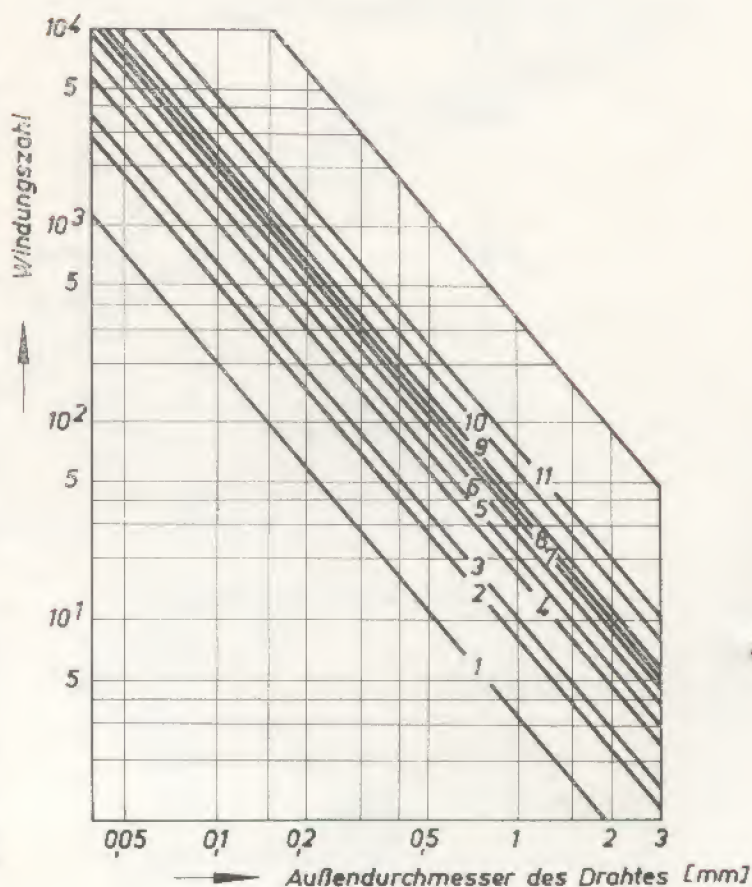
Temperaturabhängigkeit der Anfangspermeabilität μ_i



Abhängigkeit der Induktivität von der Windungszahl und dem A_L -Wert

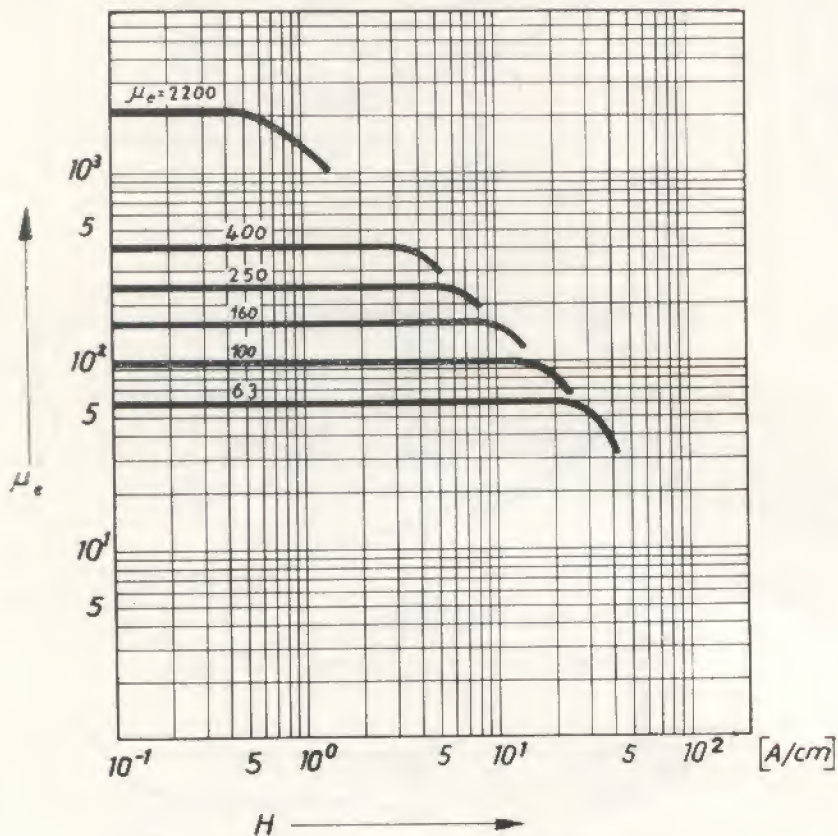


Maximale Windungszahl in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des Drahtes



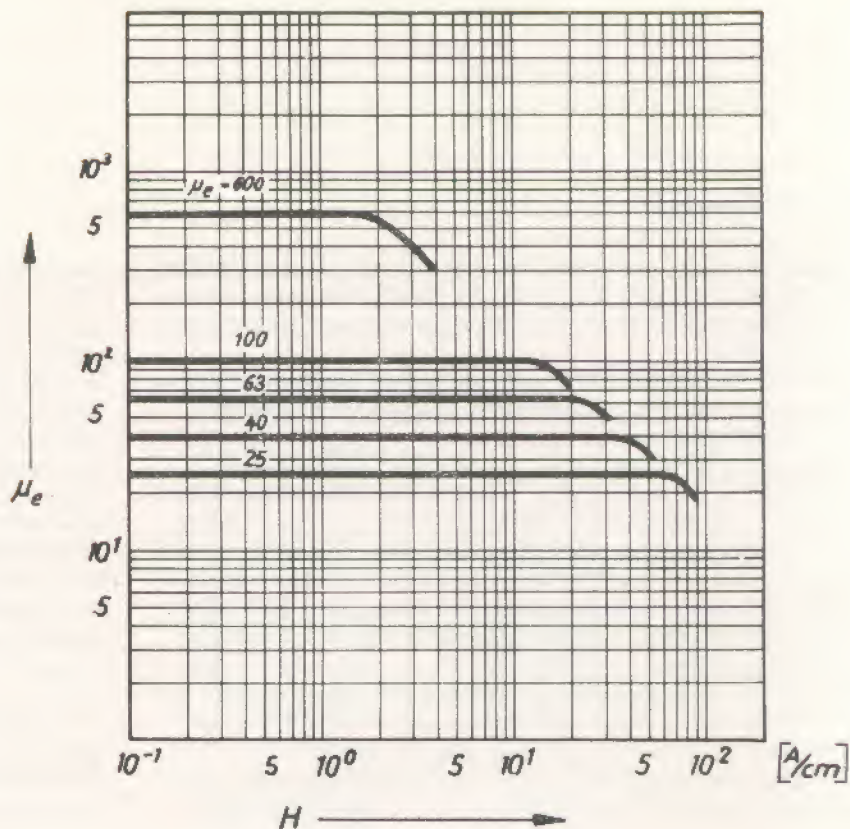
- | | |
|-------------|--------------|
| 1 = 11 × 6 | 7 = X - 2 |
| 2 = 14 × 8 | 8 = RM - 8 |
| 3 = RM - 4 | 9 = 26 × 16 |
| 4 = 18 × 11 | 10 = 30 × 19 |
| 5 = RM - 6 | 11 = 36 × 22 |
| 6 = 22 × 13 | |

(μ_{rev} entspricht μ_A bei $\Delta H \rightarrow 0$)



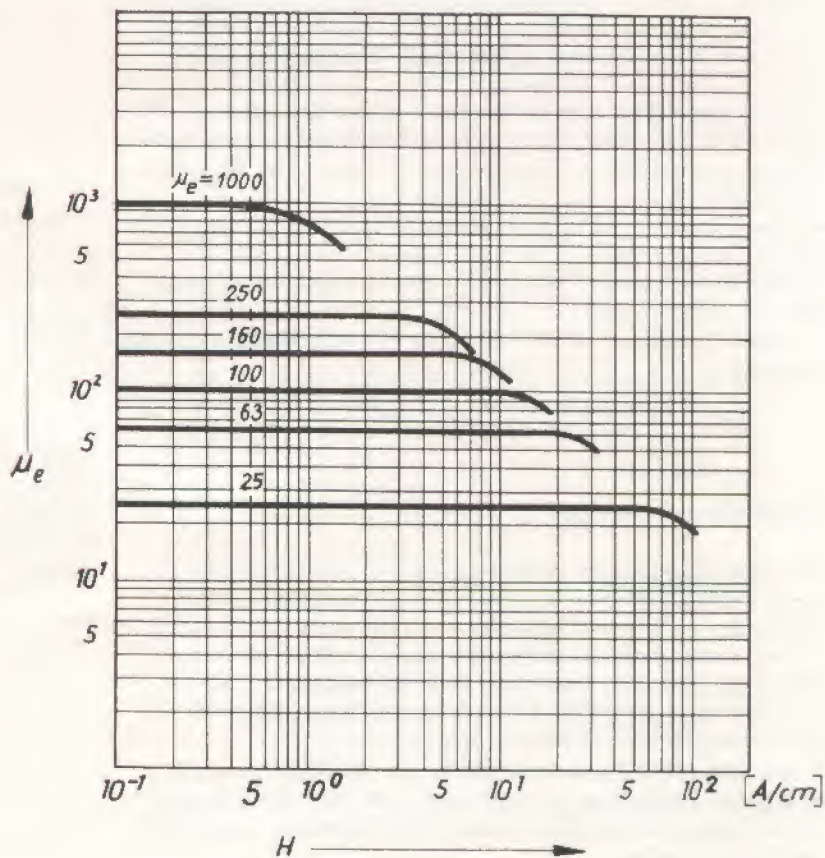
Effektive Permeabilität in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 143

(μ_{rev} entspricht μ_{Δ} bei $\Delta H \rightarrow 0$)



Effektive Permeabilität in Abhängigkeit
von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 163

(μ_{rev} entspricht μ_{Δ} bei $\Delta H \rightarrow 0$)



Effektive Permeabilität in Abhängigkeit
von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 183

4. Schalenkerne, optimale Reihe

4.1. Allgemeines

Schalenkerne der optimalen Reihe werden aus den Werkstoffen Manifer 143, 163, 183, 195 und 343 hergestellt. Sie werden verwendet als Kernmaterial in hochwertigen konstanten und abgleichen Induktivitäten.

Zu einem Satz Schalenkerne gehören je zwei Schalenkernhälften, die an den geschliffenen Stoßflächen zusammengesetzt werden.

Die geschlossene Bauform gewährleistet eine gute magnetische Abschirmung der Spule.

Gescherte magnetische Kreise gewährleisten eine hohe zeitliche Konstanz, engtolerante Induktivität sowie eine geringe Abhängigkeit von Vormagnetisierungsfeldern. Aus diesem Grunde werden Schalenkerne mit unterschiedlichen Luftspalten hergestellt. Luftspalte $< 0,2$ mm werden asymmetrisch in nur eine Schalenkernhälfte und Luftspalte $> 0,2$ mm symmetrisch in beiden Schalenkernhälften geschliffen.

Bei großen Luftspalten treten zusätzliche Streufelder auf, die auf die Wicklung der Spule zurückwirken. Zur Herabsetzung dieser Beeinflussung wird eine Aufpolsterung des Spulenkörpers durch Einlegen einer Styroflexfolie bzw. die Verwendung eines aufgepolsterten Spulenkörpers empfohlen.

4.2. Armaturen

Beim Einbau von Schalenkernspulen in gedruckte Schaltungen werden diese mit Halterungen und Lötanschlüssen zu kompletten Aufbauten armiert, die konstruktiv so gestaltet sind, daß das Bauvolumen minimal ist. Die Verwendung in normaler Verdrahtungstechnik und ein zusätzlicher Schutz durch Schutzkappen ist möglich.

Bei einer kompletten Schalenkernspule werden die Schalenkernhälften durch den Bügel (3) zusammengepreßt und mit dem Lötstiftträger (1) verbunden. Eine Führung (2) nimmt das Abgleichelement auf.

Auf besonderen Wunsch sind zu jedem Aufbau Schutzkappen (5) lieferbar.

Für die Chassismontage (Normalverdrahtung) stehen Befestigungswinkel (4) zur Verfügung.

Die Lieferung erfolgt in Einzelheiten. Die Montage übernimmt der Anwender.

4.3. Montagehinweise

Die zusammengehörigen Schalenkernhälften sind sorgfältig mit der Markierung (Farbstrich über beide Schalenkernhälften) in Übereinstimmung zu bringen. Zur Erhöhung der Induktivitätskonstanz und bei Verwendung in stoßbeanspruchten Geräten können die Schalenkernhälften mit Epoxidharz verklebt werden. Bei Schalenkernen mit asymmetrischem Luftspalt ist der Spulenkörper in die Schalenkernhälfte einzukleben, die den Luftspalt hat.

Für den Lötvorgang ist es zweckmäßig, den Lötstiftträger in einer metallischen Rasterlehre zu zentrieren, um die für Polystyrol PS-S 246 P nach TGL 11 690 zulässige Höchsttemperatur von 70°C nicht zu überschreiten.

Zur Verbesserung der Lötbarkeit der Anschlußdrähte an die Lötstifte wird die Anwendung einer Lötzeuse empfohlen. Die Aufbauten 11×6 , 14×8 und 18×11 bieten die Möglichkeit, den Schalenkern von beiden Seiten abzugleichen, weil die Gewindebuchse je nach Bedarf zwischen Schalenkern und Lötstiftträger oder zwischen Schalenkern und Bügel eingesetzt werden kann. Bei den Aufbauten 22×13 bis 36×22 ist der zweiseitige Abgleich dadurch gesichert, daß ein mit einem durchgehenden Dreikantloch versehener Gewindekern verwendet wird. Es wird empfohlen, um eine möglichst geringe Beeinflussung der Langzeitkonstanz der Schalenkerne zu bekommen, den Gewindekern von der Flanschseite her in die Stegbuchse einzudrehen.

Bei Verwendung der Normalverdrahtung mit Schutzkappe sind vom Anwender entsprechende seitliche Aussparungen an der Schutzkappe anzubringen, damit die Befestigungswinkel montiert werden können.

Zur Erreichung maximaler Abgleichbereiche wird es bei Schalenkernen der Typen 30×19 und 36×22 aus Manifer 183 notwendig, die Gewindehülse 5136.1-5116.00 in folgenden Abständen vom Schalenkernboden einzubauen:

Kerngröße	A_L -Wert	Abstand (mm)
30×19	1 000	1,0
	630	1,0
	400	1,0
	250	2,0
36×22	1 000	1,5
	630	1,5
	400	2,0
	250	2,5

Bei 26×16 für alle Typen Abstand Null.

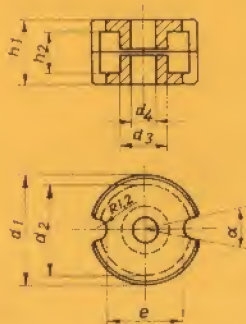
Für den dauerhaften Festsitz der Gewindehülse in der Schalenkernbohrung wird empfohlen, diese mit Epoxidharz festzulegen.

Zur Erzielung optimaler Abgleichkurven ist ein genaues Zentrieren der beiden Schalenkernhälften in ihrer Bohrung unbedingt notwendig.

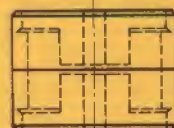
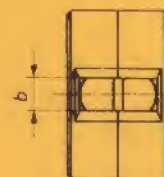
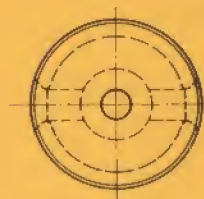
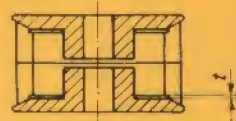
4.4. Schalenkerne, optimale Reihe, Abmessungen

Abmessungen

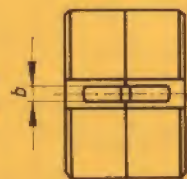
Nenngrößen 7×4 bis 14×8



Nenngrößen 18×11 bis 36×22



Nenngröße 42×29



Nenn- größe	d ₁		d ₂		d ₃		d ₄		h ₁		h ₂		b ± 0,3	e	α	t ± 0,3		
	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.	zul. Abw.										
7 × 4	7,35	− 0,3	5,8	+ 0,1	3,0	− 0,1	1,05	+ 0,1	4,2	− 0,2	2,8	+ 0,2	—	4,4 ± 0,3	30°	—		
9 × 5	9,3	− 0,3	7,5	+ 0,25	3,9	− 0,2	2,0	+ 0,1	5,4	− 0,2	3,6	+ 0,3		5,6 ± 0,3				
11 × 6	11,3	− 0,4	8,8	+ 0,4	4,5		1,8		6,6		4,0			6,8 ± 0,3				
14 × 8	14,3	− 0,5	11,6		6,0		3,0	+ 0,2	8,5	− 0,3	5,6			9,8 ± 0,3	22°			
18 × 11	18,4	− 0,8	14,9	+ 0,5	7,6	− 0,3		4,4		10,7		7,2	+ 0,4	3,3	—	—	0,3	
22 × 13	22,0		17,9	+ 0,6	9,4					13,6		9,2					0,4	
26 × 16	26,0	− 1,0	21,2	+ 0,8	11,5	− 0,4	5,4	+ 0,3	16,3	− 0,4	11,0	0,5						
30 × 19	30,5		25,0		13,5				19,0		13,0	3,8	0,6					
36 × 22	36,2	− 1,2	29,9	+ 1,0	16,2	− 0,6			22,0	− 0,6	14,6	4,3						
42 × 29	43,1	− 1,4	35,6	+ 1,4	17,7				29,0			20,3		4,3	35,6 ± 1,4	90°		

Die Abmessungen der Schalenkerne entsprechen TGL 16 565 sowie der IEC-Empfehlung 133. Sie sind so gewählt, daß die Schalenkernspulen optimale elektrische Kennwerte (optimale Reihe) besitzen.

Formkenngrößen

Kerngröße			7×4	9×5	11×6	14×8	18×11	22×13	26×16	30×19
Formkonstante	$\Sigma \frac{l}{A}$	cm ⁻¹	14,71	11,83	9,56	7,89	5,97	4,97	4,00	3,30
mittlere magnetische Weglänge	l_e	cm	1,02	1,28	1,55	2,00	2,60	3,15	3,75	4,50
mittlerer magnetischer Querschnitt	A_e	cm ²	0,07	0,11	0,16	0,25	0,43	0,63	0,94	1,36
mittleres magnetisches Volumen	V_e	cm ³	0,07	0,14	0,25	0,50	1,10	2,00	3,52	6,12
Preßkraft		N	*)	*)	15 bis 20	20 bis 30	30 bis 50	35 bis 60	50 bis 80	60 bis 100

			36×22	42×29	RM-4		RM-6	RM-8		X-22
Formkonstante	$\Sigma \frac{l}{A}$	cm ⁻¹	2,64	2,62	19		8,6	6,7		5,75
mittlere magnetische Weglänge	l_e	cm	5,30	6,99	2,1		2,7	3,5		3,90
mittlerer magnetischer Querschnitt	A_e	cm ²	2,00	2,68	0,11		0,31	0,52		0,68
mittleres magnetisches Volumen	V_e	cm ³	10,70	18,70	0,23		0,84	1,82		2,60
Preßkraft		N	70 bis 120	80 bis 140	10 bis 20		30 bis 50	30 bis 50		

*) noch nicht standardisiert

Schalenkerne 7×4 bis 42×29 nach TGL 16 565

RM-Kerne RM-4 bis RM-8 nach TGL 27 630

X-22 nicht standardisiert

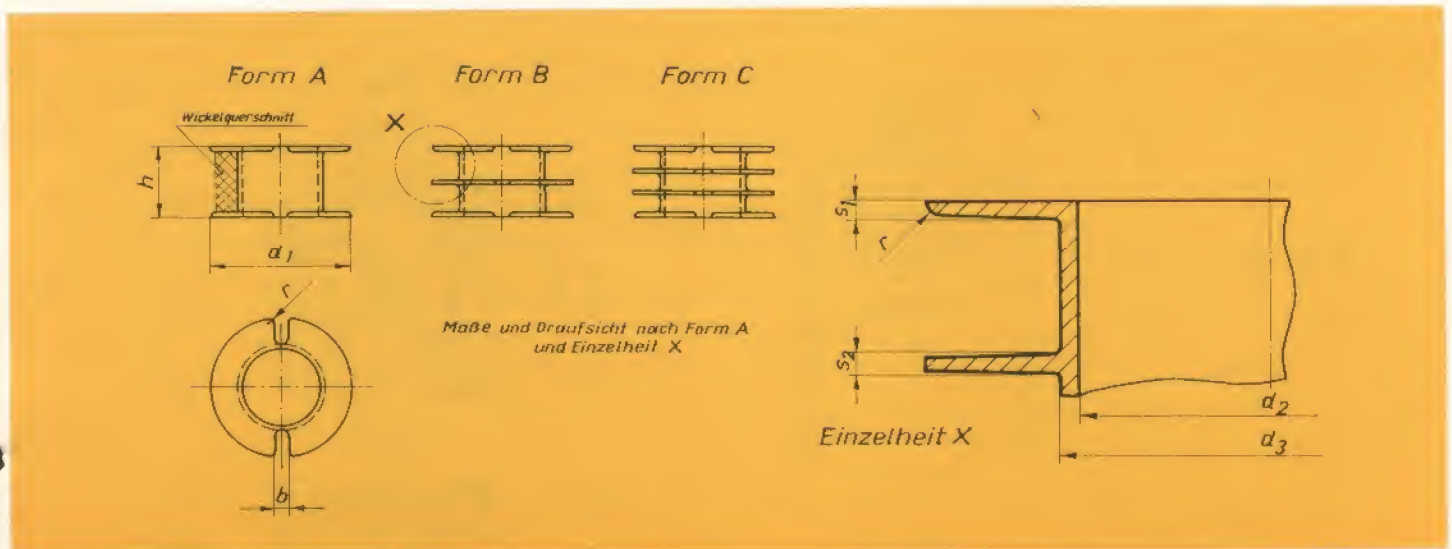
Kerngröße			EE 20	EE 30	EE 42	EE 55	EE 42/20*)
Formkonstante	$\Sigma \frac{l}{A}$	cm ⁻¹	13,00	9,85	4,92	3,32	
mittlere magnetische Weglänge	l_e	cm	4,22	6,22	9,55	12,35	
mittlerer magnetischer Querschnitt	A_e	cm ²	0,33	0,63	1,94	3,72	
mittleres magnetisches Volumen	V_e	cm ³	1,36	3,94	18,50	45,95	
Preßkraft $\pm 20\%$		N	24,5	49	147	294	

*) noch nicht standardisiert

E-Kerne EE 20 bis EE 55 nach TGL 4820

alle Formkenngrößen sind Rechenwerte, die sich aus den Nennabmessungen ergeben.

4.5. Spulenkörper für Schalenkerne, optimale Reihe, Abmessungen

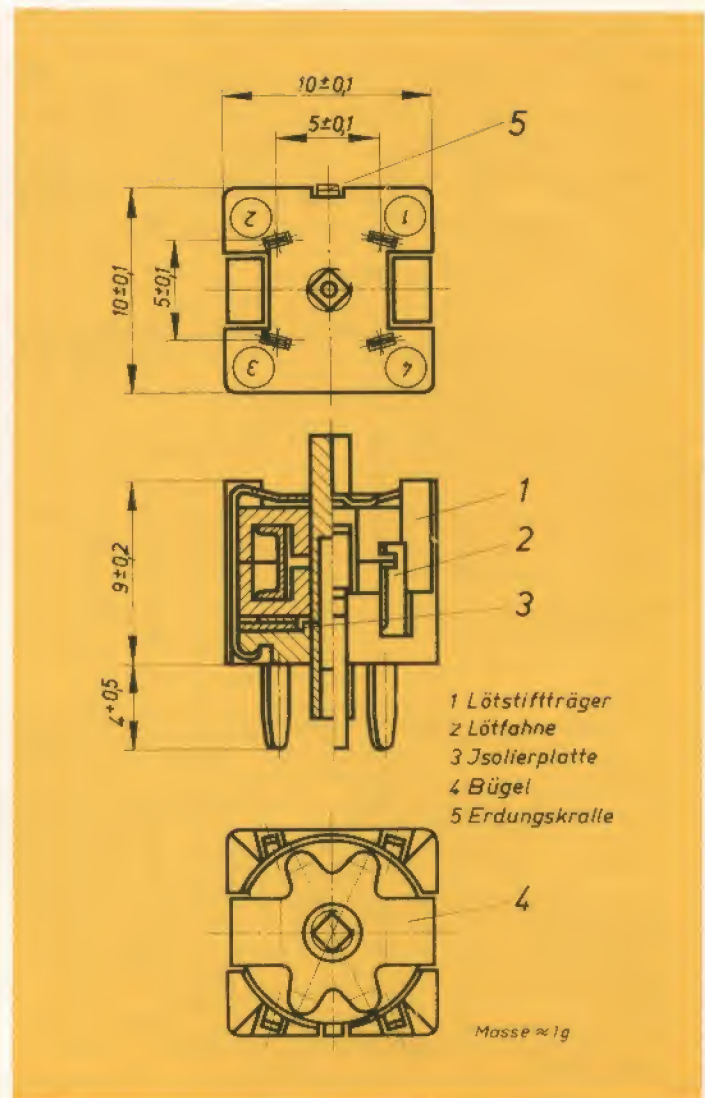


Zeichnungs-Nr.	Form	für Schalen- kerngröße	b + 0,2	d ₁ zul. Abw.	d ₂ zul. Abw.	d ₃ zul. Abw.	h zul. Abw.	r	s ₁	s ₂	nutzbarer Wickel- raumquerschnitt A _n mm ²	mittlere Windungslänge l _m cm
5136.1-2151.00	A	7 × 4	1	5,7 - 0,1	3,05	3,7	2,7	0,3	0,3	—	1,4	1,4
5136.1-2152.00	A	9 × 5		7,4 - 0,15	4,0	5,0	3,5				2,1	1,9
5136.1-3154.00	A	11 × 6		8,6	4,7 + 0,1	5,6 - 0,1	3,8 - 0,1		0,45		2,7	2,2
5136.1-3155.00	A	14 × 8	1,6	11,5 - 0,2	6,1	7,0	5,4				6,9	2,8
5136.1-3156.00	B										6,1	
5136.1-4157.00	A									0,4	14,1	
5136.1-4158.00	B	18 × 11	2	14,8	7,7	8,8	7,0		0,5		13,0	3,6
5136.1-4159.00	C							0,5			11,9	
5136.1-4161.00	A										21,0	
5136.1-4162.00	B	22 × 13		17,8	9,6	10,8	9,0				19,3	4,4
5136.1-4163.00	C		2,5						0,6	0,5	17,6	
5136.1-5157.00	A										31,6	
5136.1-5158.00	B	26 × 16		20,9	11,7 - 0,3	12,9 + 0,2	10,8 - 0,2				29,6	5,2
5136.1-5159.00	C										27,6	
5136.1-5161.00	A										44,6	
5136.1-5162.00	B	30 × 19		24,7	13,7	15,0	12,8	0,6	0,7	0,7	43,3	6,1
5136.1-5163.00	C		3								40,3	
5136.1-6154.00	A										65,0	
5136.1-6155.00	B	36 × 22		29,6	16,5	17,9	14,4	0,7	0,8	0,8	60,3	7,3
5136.1-6156.00	C										56,1	
5136.1-6161.00	A	42 × 29	2,8	35,4	18,0	19,7	19,8	1	1	1	120,5	8,5
5136.1-6162.00	B										113,6	

Werkstoff: Polystyrol PS-S 246 P TGL 11 690

4.6. Einbaumaße für Schalenkernaufbauten

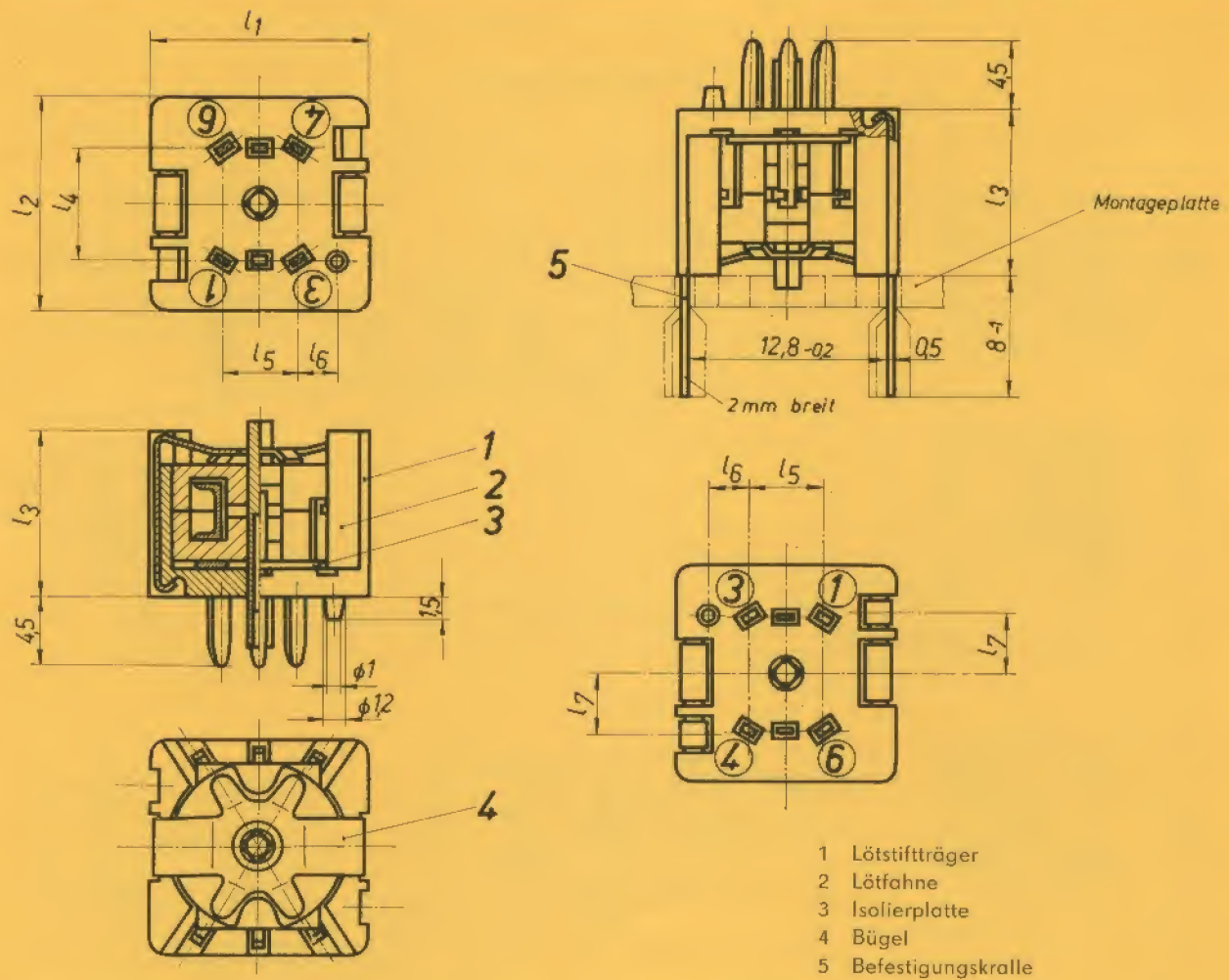
4.6.1. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 9×5 , Optimale Reihe



Zeichnungs-Nr.

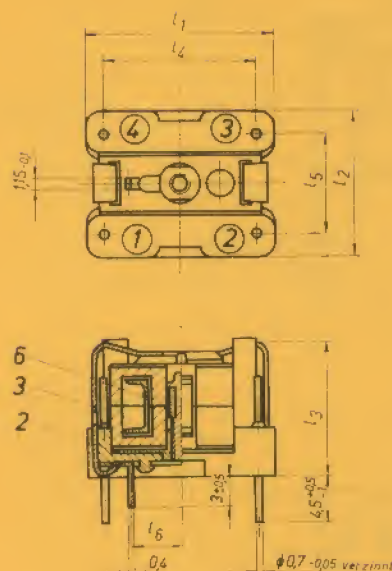
5136.6-2111.00

4.6.2. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 11 × 6, Optimale Reihe

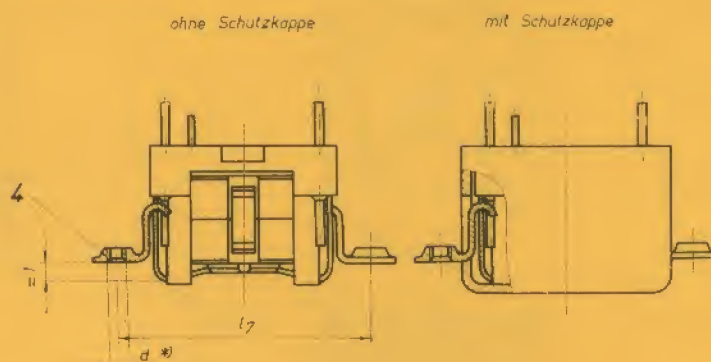


Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3	l_4
5136.6-3113.00 und -3114.00	11 × 6	14-0,2	14-0,2	$10,5 \pm 0,2$	$7,5 \pm 0,1$
		l_5	l_6	l_7	Masse g
		$5 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$4 \pm 0,1$	≈ 3

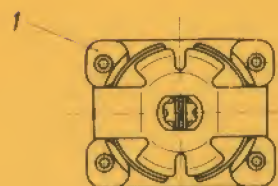
4.6.3. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 14 × 8, Optimale Reihe



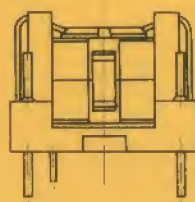
für Normalverdrahtung



für gedruckte Schaltung



ohne Schutzkappe



mit Schutzkappe



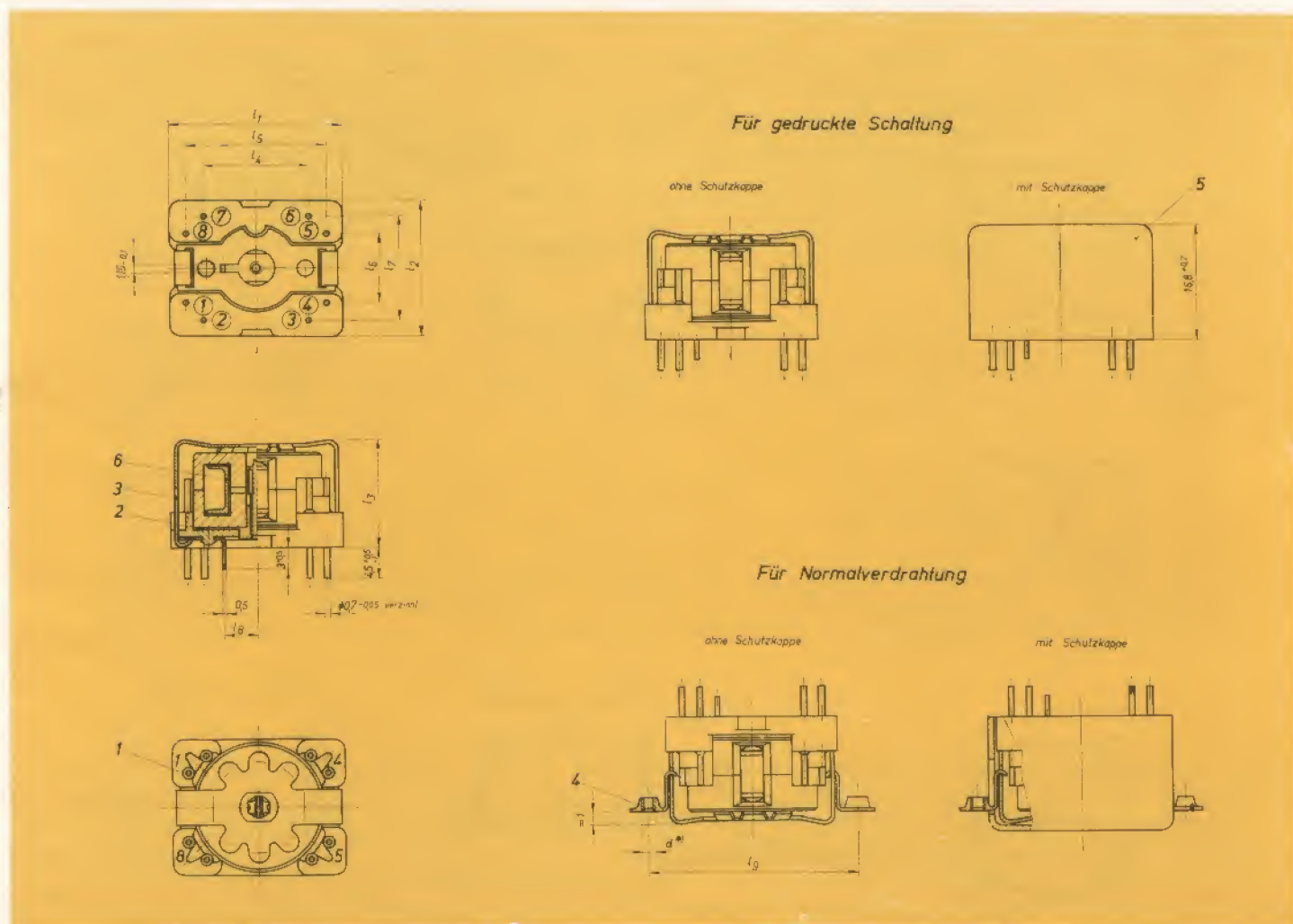
Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3	l_4
5136.6-3116.00 bis 3112.00	14 × 8	18,5-0,2	14,5-0,2	13,5-0,5	15 ± 0,1
		l_5	l_6	l_7	d**)
		10 ± 0,1	5 ± 0,1	22,5	M 2
					Masse g
					4

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 2 mm, l_3 um max. 1,5 mm. Masse g für gedruckte Schaltung, ohne Schutzkappe.

* passend in Leiterplatte mit Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser $1,3 \pm 0,1$ in der Leiterplatte

** ISO-Gewinde nach TGL 7907

4.6.4. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 18 × 11, Optimale Reihe



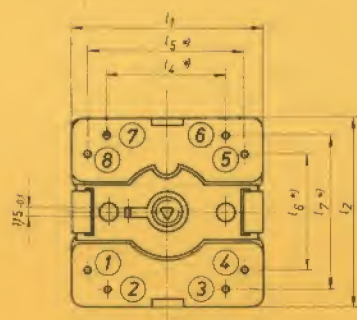
Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
5136.6-4111.00 bis -4114.00	18 × 11	24,5–0,2	19,5–0,2	15,7–0,5	$15 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
		l_7	l_8	l_9	d^{**}		Masse g
		$15 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	30	M 2		6

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 2 mm, l_3 um max. 1,5 mm. Masse g für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe.

* passend in Leiterplatte und Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser $1,3 \pm 0,1$ in der Leiterplatte

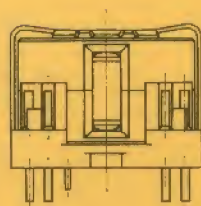
** ISO-Gewinde nach TGL 7907

4.6.5. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 22×13 , 26×16 , 30×19 , 36×22 , 42×29 Optimale Reihe

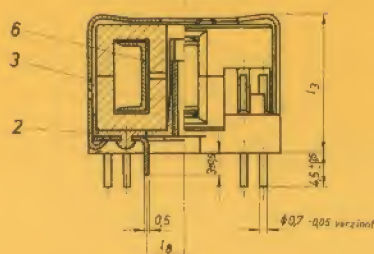
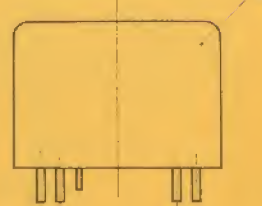


Für gedruckte Schaltung

ohne Schutzkappe

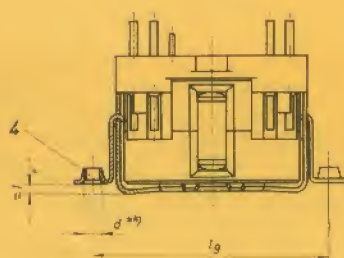


mit Schutzkappe

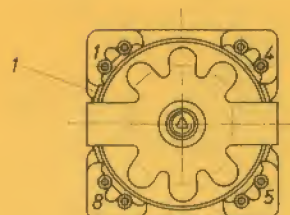
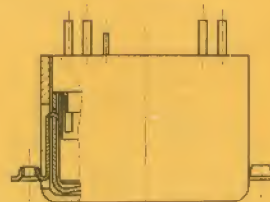


Für Normalverdrahtung

ohne Schutzkappe



mit Schutzkappe



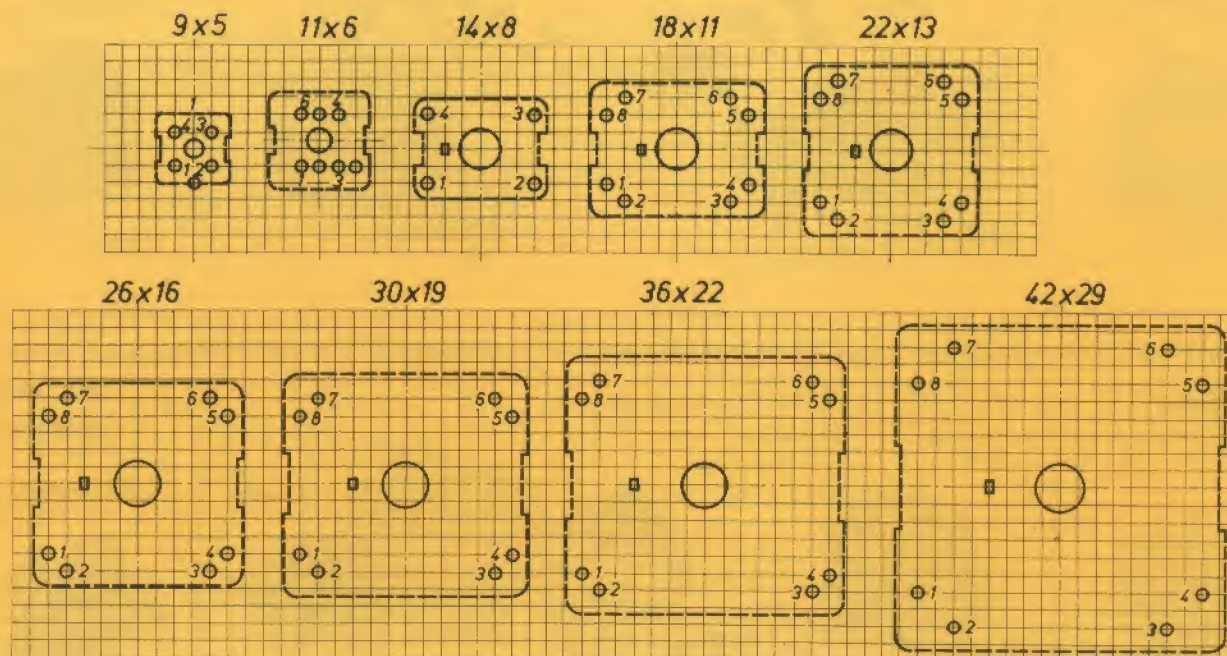
Aufbauteile-Bestückung Zeichnungs-Nr.	Schalen- kern- größen	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	d**)	Masse g
5136.6-4141.00 bis -4144.00	22×13	24,5-0,2	24,5-0,2	18-0,5	$15 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$15 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	30,0	M 2	18
5136.6-5111.00 bis -5114.00	26×16	29,5-0,2	29,5-0,2	21-0,5	$20 \pm 0,1$	$25 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$25 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	37,5	M 2,5	30
5136.6-5141.00 bis -5144.00	30×19	34,5-0,3	32,0-0,3	24-0,5	$25 \pm 0,1$	$30 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$25 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	42,5	M 2,5	46
5136.6-6111.00 bis -6114.00	36×22	39,5-0,3	37,0-0,3	27-0,5	$30 \pm 0,1$	$35 \pm 0,1$	$25 \pm 0,1$	$30 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$	55,0	M 2,5	140
5136.6-6131.00 bis -6134.00	42×29	46,6-0,3	46,6-0,3	36-0,5	$30 \pm 0,1$	$40 \pm 0,1$	$30 \pm 0,1$	$40 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$	47,5	M 2,5	76,5

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 2 mm, Maß l_3 um max. 1,5 mm. Masse g für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

* passend in Leiterplatte mit Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser $1,3 \pm 0,1$ in der Leiterplatte.

** ISO-Gewinde nach TGL 7907.

4.7. Lage der Lötanschlüsse für Aufbauten der Schalenkerne, Optimale Reihe



Leiterplatte von der Kaschierung aus gesehen.

Die Bohrungen $1,3 \pm 0,1$ liegen im Grundraster 2,5 nach TGL 200-0010. Die Mittelbohrung dient zum Abgleichen von der Kaschierungsseite aus.

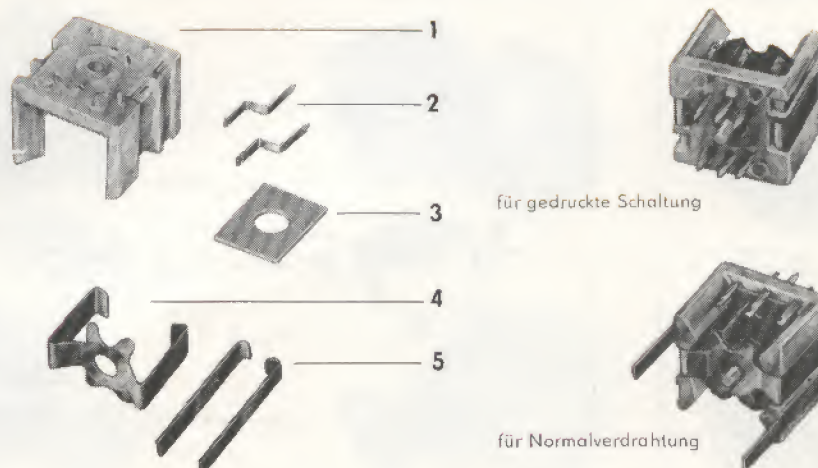
Für die Schalenkerngröße 9×5 ist die Mittelbohrung $\varnothing 2,5$, für Schalenkerngrößen 11×6 bis 22×13 ist die Mittelbohrung $\varnothing 4,5$, ab Schalenkerngröße 26×16 ist die Mittelbohrung $\varnothing 6$ mm.

Die Aussparungen kennzeichnen die Einrastung für den Bügel.

4.8. Armaturenübersicht

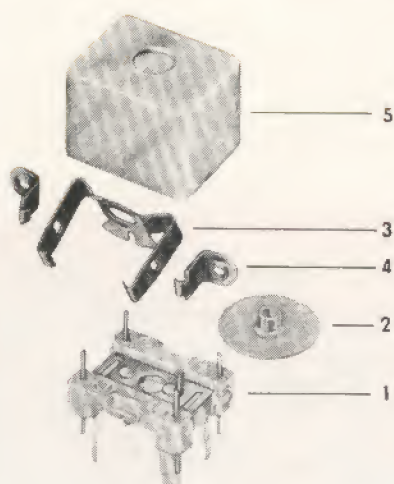
4.8.1. 11×6 , Optimale Reihe

- 1 Lötstiftträger
- 2 Lötfahe
- 3 Isolierplatte
- 4 Bügel
- 5 Befestigungskralle



4.8.2. 14 × 8, Optimale Reihe

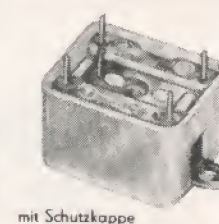
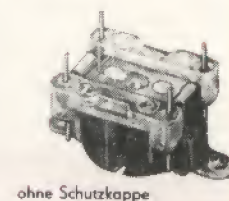
- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindebuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



für gedruckte Schaltungen

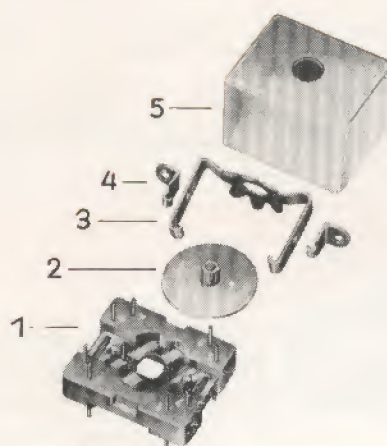


für Normalverdrahtung

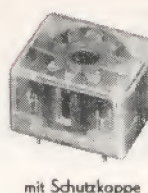


Optimale Reihe 4.8.3. 18 × 11,

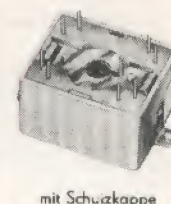
- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindebuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



für gedruckte Schaltungen

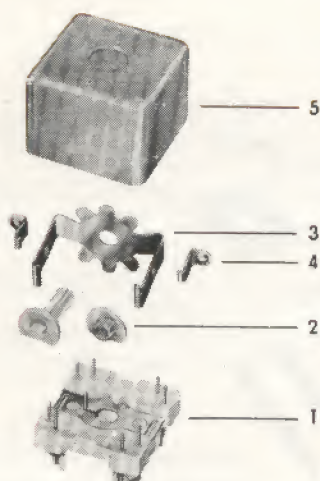


für Normalverdrahtung



Optimale Reihe 4.8.4. 22 × 13,

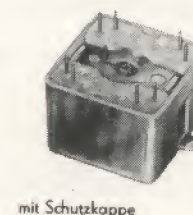
- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindebuchse bzw. Stegbuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



für gedruckte Schaltungen



für Normalverdrahtung



4.8.5. 26 × 16, Optimale Reihe

- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindehülse bzw. Stegbuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



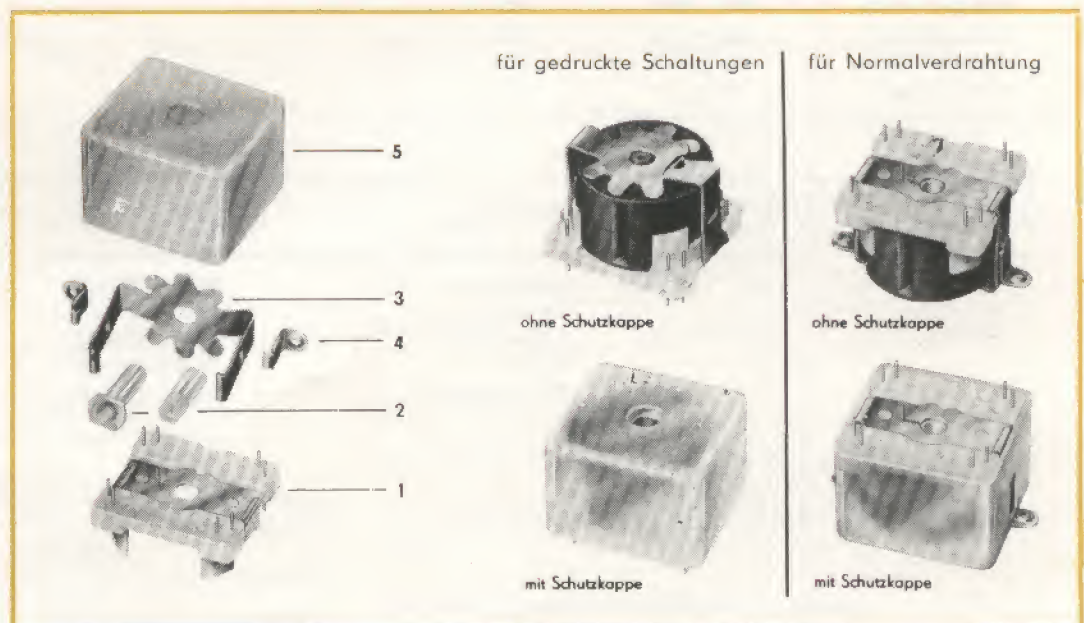
4.8.6. 30 × 19, Optimale Reihe

- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindehülse bzw. Stegbuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



4.8.7. 36 × 22, Optimale Reihe

- 1 Lötstiftträger, vollst.
- 2 Gewindehülse bzw. Stegbuchse
- 3 Bügel
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Schutzkappe



4.9. Bestellunterlagen

4.9.1. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 7×4

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5135.4-2111.22	$500 \begin{smallmatrix} + 150 \\ - 200 \end{smallmatrix}$	163
5135.4-2112.22	160 ± 16	163
5135.4-2113.22	100 ± 10	163
5135.4-2131.24	800 ± 175	183
5135.4-2132.24	160 ± 16	183
5135.4-2133.24	100 ± 5	183

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-2151.00	Polystyrol PS-S 246 P

Aufbauteile zum Schalenkern, optimale Reihe 7×4 werden noch nicht gefertigt.

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 7×4 mit A_L -Wert 100 nH aus Manifer 183 und

Spulenkörper:

Schalenkern 7×4 – 5135.4-2133.24/100/183

Spulenkörper 5136.1-2151.00

4.9.2. Bestellunterlagen für Schalenkerne, optimale Reihe, 9×5

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5135.4-2125.22	550 ± 165	163
5135.4-2126.22	100 ± 10	163
5135.4-2127.22	63 ± 3	163
5135.4-2128.22	40 ± 2	163
5135.4-2135.24	$1\,200 \pm 300$	183
5135.4-2136.24	160 ± 16	183
5135.4-2137.24	100 ± 5	183
5135.4-2138.24	63 ± 3	183

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-2152.00	Polystyrol PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-2111.00	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Lötstiftträger	5136.1-2213.00	Sconater GS
2	4	Lötfahne	5136.2-2214.00	Messing, gal Ag
3	1	Isolierplatte	5136.1-2215.00	Hartpapier
4	1	Bügel	5136.2-2313.00	Neusilberblech
5	1	Erdungskralle	5136.2-2216.00	Neusilberblech

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 9×5 mit A_L -Wert 100 nH aus Manifer 183:

Schalenkern 9×5 – 5135.4-2137.24/100/183

Aufbauteile in Vorbereitung

4.9.3. Bestellunterlagen für Schalenkerne, optimale Reihe, 11×6

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-3117.21	500 ± 200 $- 100$	143	—	—
5135.4-3118.21	$63 \pm 1,9$	143	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3119.21	$40 \pm 1,2$	143	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3111.22	800 ± 200	163	—	—
5135.4-3113.22	100 ± 3	163	5135.4-3512.22	163
5135.4-3114.22	$63 \pm 1,9$	163	5135.4-3512.22	163
5135.4-3115.22	$40 \pm 1,2$	163	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3116.22	$25 \pm 0,8$	163	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3131.24	$1\,500 \pm 375$	183	—	—
5135.4-3132.24	250 ± 12	183	—	—
5135.4-3133.24	160 ± 5	183	5135.4-3512.22	163
5135.4-3134.24	100 ± 3	183	5135.4-3512.22	163
5135.4-3151.26	$4\,000 \pm 1\,000$	195	—	—

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-3154.00	Polystyrol PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile		Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-3113.00 ¹⁾	5136.6-3114.00 ²⁾			
1	1	1	Lötstifträger	5136.1-3213.00	Sconater GB
2	6	6	Lötfahne	5136.2-3214.00	Messing galv. Ag
3	1	1	Isolierplatte	5136.1-3214.00	Hartpapier
4	1	1	Bügel	5136.2-3313.00	Neusilberblech
5	—	2	Befestigungskralle	5136.2-3353.00	Neusilberblech

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 11×6 mit A_L -Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3512.22 Spulenkörper und Aufbauteilen nach 5136.6-3113.00:

Schalenkern 11×6 – 5135.4-3113.22/100/163

Abgleichkern 5135.4-3512.22

Spulenkörper 5136.1-3154.00 und Aufbauteile nach 5136.6-3113.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.4. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 14 × 8

Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-3316.21	720 + 288 — 144	143	—	—
5135.4-3317.21	100 ± 3	143	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-3318.21	63 ± 1,9	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3319.21	40 ± 1,2	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3311.22	1 100 ± 280	163	—	—
5135.4-3312.22	160 ± 5	163	5135.4-4527.21	143
5135.4-3313.22	100 ± 3	163	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-3314.22	63 ± 1,9	163	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3315.22	40 ± 1,2	163	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3331.24	2 100 ± 525	183	—	—
5135.4-3333.24	400 ± 20	183	—	—
5135.4-3334.24	250 ± 7,5	183	5135.4-3564.24	183
5135.4-3335.24	160 ± 5	183	5135.4-3529.22	163
5135.4-3336.24	100 ± 3	183	5135.4-3517.22	163
5135.4-3337.24	315 ± 16	183	—	—
5135.4-3341.63	140 ± 35	343	—	—
5135.4-3342.63	40 ± 1,2	343	5135.4-3539.64	321
5135.4-3343.63	25 ± 0,75	343	5135.4-3539.64	321
5135.4-3351.26	5 400 ± 1 350	195	—	—

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-3155.00	Polystyrol
2 Kammern	5136.1-3156.00	PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile				Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-3116.00 ¹⁾	5136.6-3117.00 ²⁾	5136.6-3118.00 ³⁾	5136.6-3119.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-3213.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindebuchse	5136.1-3111.00	Polystyrol
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-3312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-3352.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-3411.00	Polypropylen

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

³⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

⁴⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 14 × 8 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3516.13
Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-3156.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-3116.00:

Schalenkern 14 × 8 – 5135.4-3313.22/100/163

Abgleichkern 5135.4-3516.13

Spulenkörper 5136.1-3156.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-3116.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.5. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 18 × 11

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-4117.21	1 000 + 400 — 200	143	—	—
5135.4-4118.21	160 ± 5	143	5135.4-4527.21	143
5135.4-4119.21	100 ± 3	143	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-4121.21	63 ± 1,9	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-4122.21	40 ± 1,2	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-4111.22	1 600 ± 400	163	—	—
5135.4-4112.22	400 ± 20	163	—	—
5135.4-4113.22	250 ± 7,5	163	5135.4-4522.22	163
5135.4-4114.22	160 ± 5	163	5135.4-4523.22	163
5135.4-4115.22	100 ± 3	163	5135.4-3517.22	163
5135.4-4116.22	63 ± 1,9	163	5135.4-3517.22	163
5135.4-4131.24	3 200 ± 800	183	—	—
5135.4-4132.24	630 ± 32	183	—	—
5135.4-4133.24	400 ± 12	183	5135.4-4544.24	183
5135.4-4134.24	250 ± 7,5	183	5135.4-4543.22	163
5135.4-4135.24	160 ± 5	183	5135.4-4523.22	163
5135.4-4141.63	180 ± 45	343	—	—
5135.4-4142.63	40 ± 1,2	343	5135.4-3541.64	321
5135.4-4143.63	25 ± 0,75	343	5135.4-3541.64	321
5135.4-4151.26	7 000 ± 1 750	195	—	—

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-4157.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-4158.00	
3 Kammern	5136.1-4159.00	

Lfd. Nr.	Aufbauteile				Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-4111.00 ¹⁾	5136.6-4112.00 ²⁾	5136.6-4113.00 ³⁾	5136.6-4114.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	Lötstifträger, vollst.	5136.5-4211.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindebuchse	5136.1-4111.00	Polystyrol
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-4311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-4351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-4411.00	Polypropylen

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 18 × 11 mit A_L -Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3517.22, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-4158.00 und Aufbauteilen nach 5136.4111.00:

Schalenkern 18 × 11 – 5135.4-4115.22/100/163

³⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

⁴⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Abgleichkern 5135.4-3517.22

Spulenkörper 5136.1-4158.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-4111.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.6. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 22 × 13

Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-4318.21	1 250 + 500 — 250	143	—	—
5135.4-4323.21	250 ± 7,5	143	—	—
5135.4-4319.21	160 ± 5	143	5135.3-4534.22	163
5135.4-4321.21	100 ± 3	143	5135.3-4518.21	143
5135.4-4322.21	63 ± 1,9	143	5135.3-4536.21	143
5135.4-4311.22	2 200 ± 550	163	—	—
5135.4-4312.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-4313.22	400 ± 20	163	—	—
5135.4-4314.22	250 ± 7,5	163	5135.3-4534.22	163
5135.4-4315.22	160 ± 5	163	5135.3-4534.22	163
5135.4-4316.22	100 ± 3	163	5135.3-4516.13	110 S
5135.4-4317.22	63 ± 1,9	163	5135.3-4516.13	110 S
5135.4-4331.24	4 200 ± 1 050	183	—	—
5135.4-4332.24	1 000 ± 100	183	—	—
5135.4-4333.24	630 ± 32	183	—	—
5135.4-4334.24	400 ± 12	183	5135.4-4127.24	183
5135.4-4335.24	250 ± 7,5	183	5135.3-4532.22	163
5135.4-4336.24	160 ± 5	183	5135.4-4557.65	330
5135.4-4341.63	220 ± 55	343	—	—
5135.4-4342.63	63 ± 1,9	343	5135.3-4538.65	330
5135.4-4343.63	40 ± 1,2	343	5135.3-4538.65	330

Spulenkörper

Zeichnungs-Nr.	Ausführung	Werkstoff
5136.1-4161.00	1 Kammer	Polystyrol PS-S 246 P
5136.1-4162.00	2 Kammern	
5136.1-4163.00	3 Kammern	

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9111.00 ¹⁾	5136.6-9112.00 ²⁾	5136.6-9113.00 ³⁾	5136.1-9114.00 ⁴⁾	5136.6-4141.00 ¹⁾	5136.6-4142.00 ²⁾	5136.6-4143.00 ³⁾	5136.6-4144.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-4212.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindebuchse	5136.1-4114.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-4113.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-4312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-4352.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-4412.00	Polypropylen

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 22 × 13 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-4516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-4162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-4141.00:

Schalenkern 22 × 13 – 5135.4-4316.22/100/163

Aufbauten 5136.6-9111.00 bis -9114.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

³⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

⁴⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Abgleichkern 5135.3-4516.13

Spulenkörper 5136.1-4162.00 Aufbauteile nach 5136.6-4141.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-4141.00 bis -4144.00 für Schalenkerne aus Manifer 143, 163, 343

4.9.7. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 26 × 16

Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-5118.21	1 700 ± 680 — 340	143	—	—
5135.4-5119.21	160 ± 5	143	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5121.21	100 ± 3	143	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5111.22	2 500 ± 625	163	—	—
5135.4-5112.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-5113.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-5114.22	400 ± 12	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5115.22	250 ± 7,5	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5116.22	160 ± 5	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-5117.22	100 ± 3	163	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5131.24	5 500 ± 1 350	183	—	—
5135.4-5132.24	1 600 ± 160	183	—	—
5135.4-5133.24	1 000 ± 50	183	5135.4-5551.24**	183
5135.4-5134.24	630 ± 19	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5135.24	400 ± 12	183	5135.4-5546.22	163
5135.4-5136.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163
5135.4-5137.24	160 ± 5	183	5135.4-5545.22	163

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-5157.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-5158.00	
3 Kammern	5136.1-5159.00	

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9115.00 ¹⁾	5136.6-9116.00 ²⁾	5136.6-9117.00 ³⁾	5136.6-9118.00 ⁴⁾	5136.6-5111.00 ¹⁾	5136.6-5112.00 ²⁾	5136.6-5113.00 ³⁾	5136.6-5114.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-5211.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindehülse	5136.1-5116.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-5113.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-5311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-5411.00	Polypropylen

1) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

2) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

** Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 26 × 16 mit A_L-Wert

100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-5158.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-5111.00:

Aufbauten 5136.6-9115.00 bis -9118.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

3) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

4) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Schalenkern 26 × 16 – 5135.4-5117.22/100/163

Abgleichkern 5135.3-5516.13

Spulenkörper 5136.1-5158.00 und Aufbauteile nach 5136.6-5111.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-5111.00 bis -5114.00 für Schalenkerne aus Manifer 143, 163

4.9.8. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 30 × 19

Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-5311.22	3 100 ± 775	163	—	—
5135.4-5312.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-5313.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-5314.22	400 ± 12	163	5135.3-5515.22	163
5135.4-5315.22	250 ± 7,5	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5316.22	160 ± 5	163	5135.3-5512-21	143
5135.4-5317.22	100 ± 3	163	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5331.24	6 700 ± 1 670	183	—	—
5135.4-5332.24	1 600 ± 80	183	—	—
5135.4-5333.24	1 000 ± 30	183	5135.4-5551.24**	183
5135.4-5334.24	630 ± 19	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5335.24	400 ± 12	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5336.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-5161.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-5162.00	
3 Kammern	5136.1-5163.00	

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9121.00 ¹⁾	5136.6-9122.00 ²⁾	5136.6-9123.00 ³⁾	5136.6-9124.00 ⁴⁾	5136.6-5141.00 ¹⁾	5136.6-5142.00 ²⁾	5136.6-5143.00 ³⁾	5136.6-5144.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-5212.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindehülse	5136.1-5116.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-5114.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-5312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-5412.00	Polypropylen

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

³⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

⁴⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

** Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 30 × 19 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-5162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-5141.00:

Schalenkern 30 × 19 — 5135.4-5317.22/100/163

Abgleichkern 5135.5516.13

Spulenkörper 5136.1-5162.00 und Aufbauteile nach 5136.6-5141.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9121.00 bis -9124.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-5141.00 bis -5144.00 für Schalenkerne aus Manifer 163

4.9.9. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 36 × 22

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-6111.22	4 000 ± 1 000	163	—	—
5135.4-6112.22	1 600 ± 80	163	—	—
5135.4-6113.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-6114.22	630 ± 19	163	5135.4-5551.24**	183
5135.4-6115.22	400 ± 12	163	5135.3-6511.22	163
5135.4-6116.22	250 ± 7,5	163	5135.3-6511.22	163
5135.4-6117.22	160 ± 5	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-6118.22	100 ± 3	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-6131.24	8 400 ± 2 100	183	—	—
5135.4-6132.24	1 600 ± 80	183	—	—
5135.4-6133.24	1 000 ± 30	183	5135.4-5551.24**	183
5135.4-6134.24	630 ± 19	183	5135.4-5549.24	183
5135.4-6135.24	400 ± 12	183	5135.4-5549.24	183
5135.4-6136.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163
5135.4-6137.24	2 500 ± 250	183	—	—

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-6154.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-6155.00	
3 Kammern	5136.1-6156.00	

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9125.00 ¹⁾	5136.6-9126.00 ²⁾	5136.6-9127.00 ³⁾	5136.6-9128.00 ⁴⁾	5136.6-6111.00 ¹⁾	5136.6-6112.00 ²⁾	5136.6-6113.00 ³⁾	5136.6-6114.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-6211.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindehülse	5136.1-5116.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-6112.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-6311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-6411.00	Polypropylen

¹⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

²⁾ Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

** Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 36 × 22 mit A_L -Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5525.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-6155.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-6111.00:

³⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

⁴⁾ Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Schalenkern 36 × 22 – 5135.4-6118.22/100/163

Abgleichkern 5135.3-5525.13

Spulenkörper 5136.1-6155.00 und Aufbauteile nach 5136.6-6111.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9125.00 bis -9128.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-6111.00 bis -6114.00 für Schalenkerne aus Manifer 163

4.9.10. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 42 × 29

Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	
5135.4-6311.22	4 500 ± 1 125	163
5135.4-6312.22	1 600 ± 80	163
5135.4-6313.22	630 ± 19	163
5135.4-6314.22	400 ± 12	163
5135.4-6315.22	250 ± 7,5	163
5135.4-6331.24	9 000 ± 2 250	183
5135.4-6332.24	1 600 ± 80	183
5135.4-6333.24	1 000 ± 30	183
5135.4-6334.24	630 ± 19	183

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-6161.00	Polystyrol
2 Kammern	5136.1-6162.00	PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile				Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-6131.00 ¹⁾	5136.6-6132.00 ²⁾	5136.6-6133.00 ³⁾	5136.6-6134.00 ⁴⁾			
1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-6213.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindehülse	5136.1-5117.00	Polystyrol schlagfest
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-6313.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5316.1-6412.00	Polypropylen

1) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe

2) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe

3) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

4) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 42 × 29 mit A_L-Wert 1 600 nH aus Manifer 163, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.6-6162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-6131.00:
 Schalenkern 42 × 29 – 5135.4-6312.22/1600/163
 Spulenkörper 5136.1-6162.00

Aufbauteile 5136.6-6131.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

5. X- und RM-Kerne

5.1. Allgemeines

Beim Aufbau von Schaltungen unter Verwendung gedruckter Leiterplatten sind quaderförmige Bauelemente sehr vorteilhaft, da hierbei die Ausnutzung der Leiterplattengrundfläche am günstigsten ist. Hierdurch ist eine dichtere Bauweise möglich.

Die X- und RM-Kerne gehören zu diesen Bauelementen mit quadratischer Grundfläche. Sie werden für Spulen und Übertrager eingesetzt.

In das Lieferprogramm wurden die Typen X 22, RM-4, RM-6 und RM-8 aufgenommen, von denen auf den folgenden Seiten technische Daten angegeben werden.

Die Abmessungen der aufgeführten Kerne entsprechen den IEC-Empfehlungen. Die Kerne werden aus den Werkstoffen Manifer 183 und 195 hergestellt.

Diese Bauformen sind auch besonders deshalb für den Einbau in gedruckte Schaltungen geeignet, da es die spezielle Bauform der Spulenkörper ermöglicht, die Wickelenden äußerst raumsparend unterzubringen.

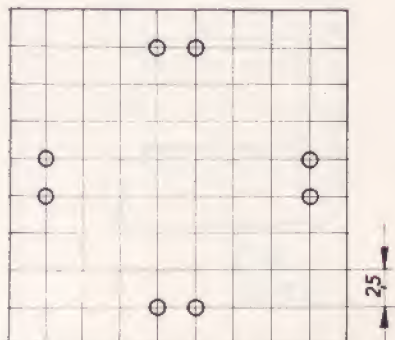
Die Spulenkörper werden aus Duroplast-Preßstoff hergestellt und besitzen eingespritzte Lötstifte, an die die Wickelenden unmittelbar angeschlossen werden können.

Die Lötstifte sind innerhalb der durch den Kern vorgegebenen quadratischen Begrenzung angeordnet, wobei das 2,5-mm-Raster berücksichtigt wurde.

Die Spulenkörper für die Typen RM 4 und RM 6 besitzen 6 Lötstifte; die Spulenkörper der Typen RM-8 und X 22 besitzen 8 Lötstifte.

5.2. Bestellunterlagen

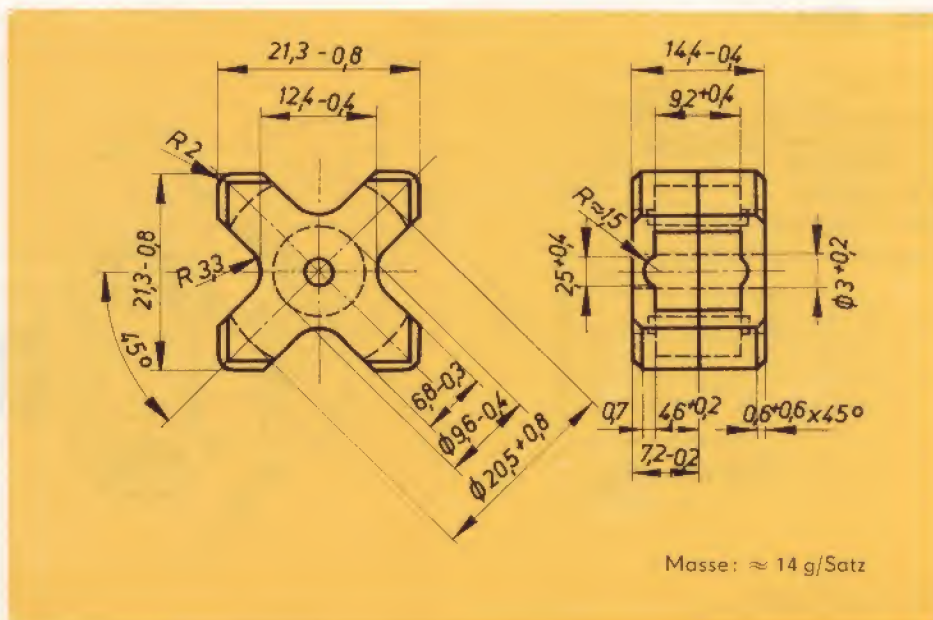
5.2.1. X-22



Rasterbild für X-22

Bestellbeispiel eines Kernes X-22
mit dem A_L -Wert $3\,000 \pm 25\%$ nH
aus Manifer 183:

X 22 – 5137.4-4121.24/3000/183



Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5137.4-4121.24	$3\,000 \pm 25\%$	183
5137.4-4122.24	$1\,250 \pm 10\%$	183
5137.4-4123.24	$1\,000 \pm 10\%$	183
5137.4-4124.24	$630 \pm 5\%$	183
5137.4-4126,26	$7\,000 \pm 25\%$	195

Spulenkörper

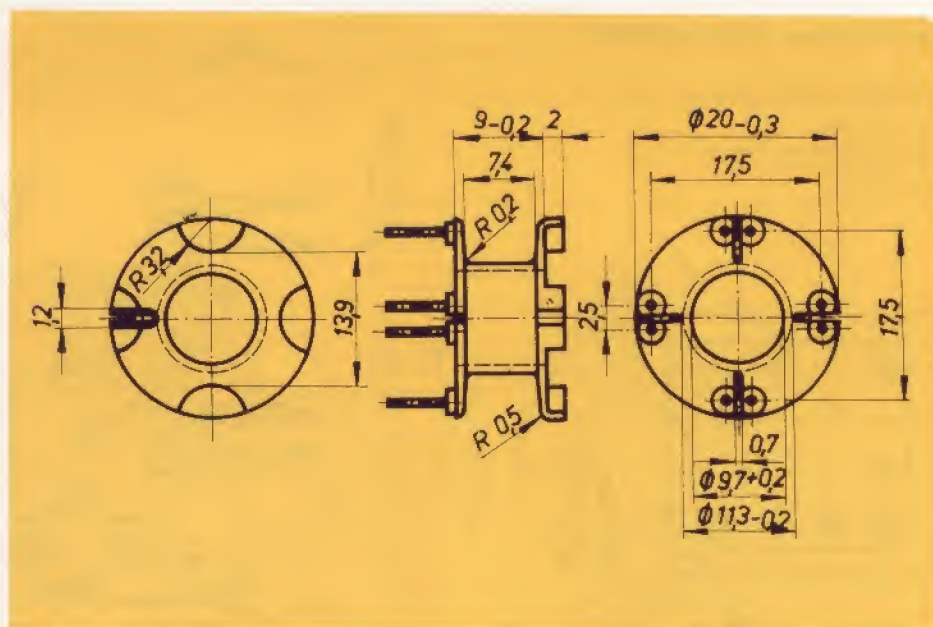
5138.4-4121.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt

$A_n = 30\text{ mm}^2$

mittlere Windungslänge

$l_n = 49\text{ mm}$



Aufbauteile-Bestückung 5138.6-1121.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.
Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

* Der Hersteller der Spulenkörper ist der „VEB Elektronik Gera“

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4121.00	Typ 211 TGL 15 565
2	1	Kappe	5138.2-5141.00	Typ 211 TGL 15 565
3	1	Druckplatte	5138.2-5143.00	Typ 211 TGL 15 565

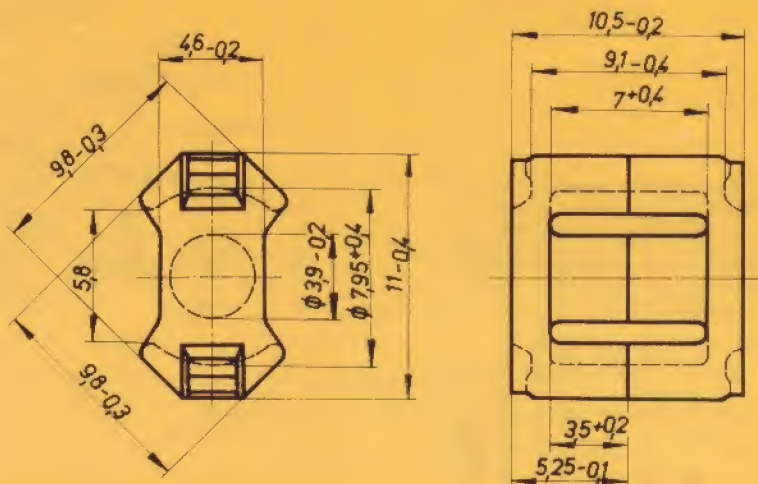
5.2.2. RM-4

Bestellbeispiel eines Kernes RM-4
mit dem A_L -Wert 160 ± 5 nH
aus Manifer 183 mit Abgleichkern
5135.4-3571.24:

RM-4 – 5173.4-4213.24/160/183

Abgleichkern 5135.4-3571.24

Masse: ca. 2 g/Satz



Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4211.24	800 ± 200	183	—	—
5137.4-4213.24	160 ± 5	183	5135.4-3571.24	183
5137.4-4214.24	100 ± 3	183	5135.4-3572.24	183
5137.4-4251.26	$2\,500 \pm 650$	195	—	—

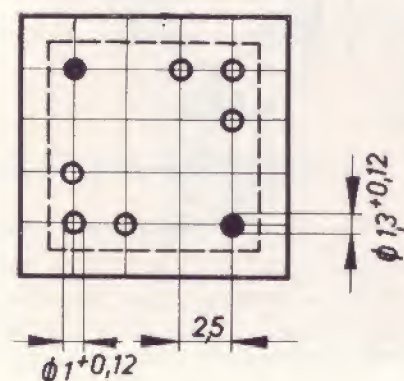
Spulenkörper 5138.4-4252.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt

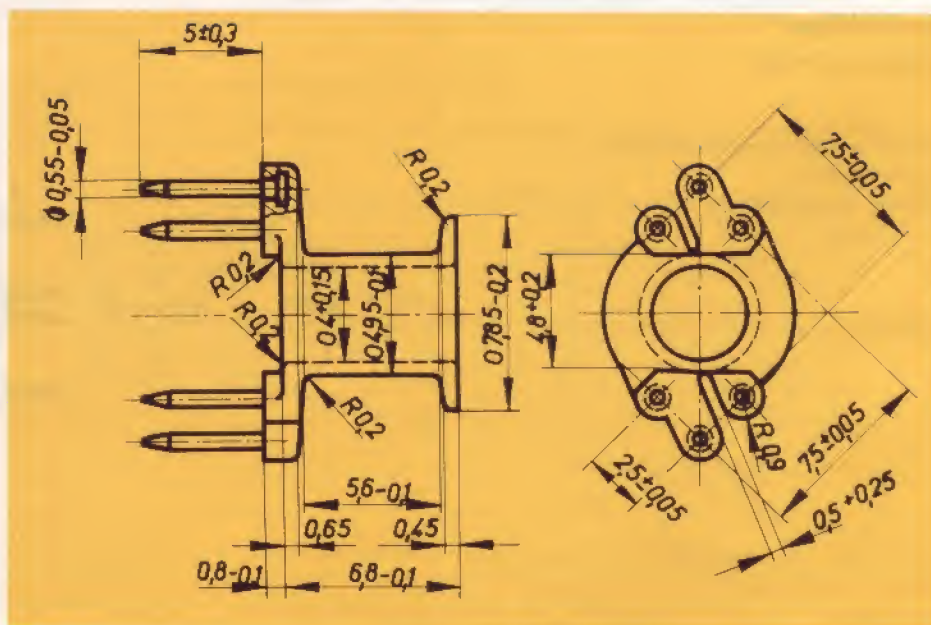
$A_n = 8,1 \text{ mm}^2$

mittlere Windungslänge

$l_n = 20 \text{ mm}$



--- Außenabmessung
der Bauform RM-4



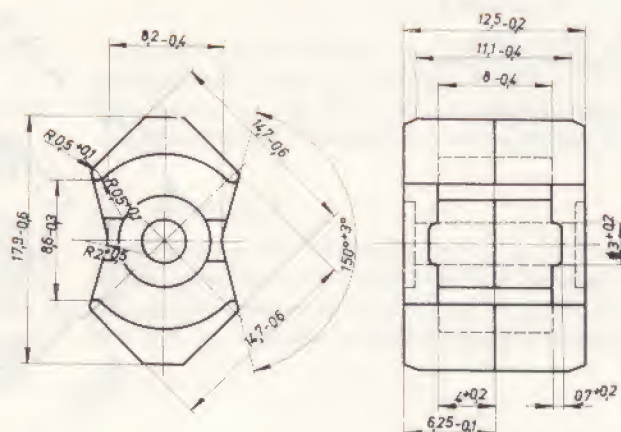
Aufbauteile für RM-4

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4202.00	Typ 211, TGL 15 565
2	2	Bügel	5138.2-4253.00	Federstahl
3	1	Gewindebuchse	5138.1-4254.00	Polystyrol

* Der Hersteller der Spulenkörper ist
der „VEB Elektronik Gera“

5.2.3. RM-6

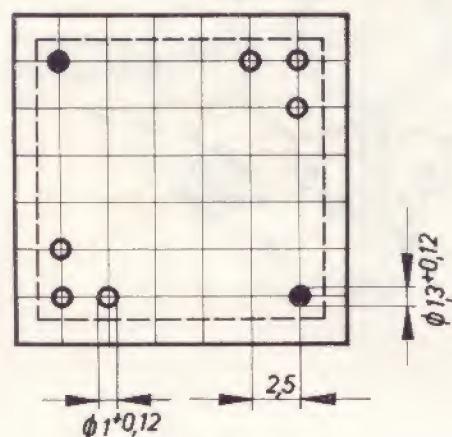
Bestellbeispiel eines Kernes RM-6
mit dem A_L -Wert $250 \pm 7,5$ nH
aus Manifer 183 mit Abgleichkern
5135.4-3529.22:
RM-6 – 5137.4-4234.24/250/183
Abgleichkern 5135.4-3529.22



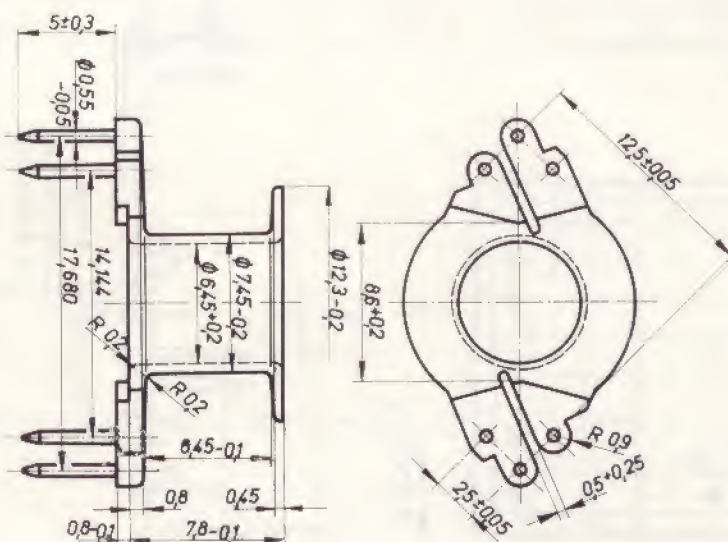
Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4231.24	$2\ 200 \pm 550$	183	—	—
5137.4-4232.24	630 ± 50	183	—	—
5137.4-4237.24	400 ± 20	183	—	—
5137.4-4233.24	$315 \pm 9,5$	183	—	—
5137.4-4234.24	$250 \pm 7,5$	183	5135.4-3565.24	183
5137.4-4235.24	160 ± 5	183	5135.4-3565.24	183
5137.4-4236.24	100 ± 3	183	—	—
5137.4-4272.26	$5\ 000 \pm 1\ 250$	195	—	—

Spulenkörper 5138.4-4275.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt
 $A_n = 15,5$ mm²
mittlere Windungslänge
 $l_n = 30$ mm



— Außenabmessung
der Bauform RM-6



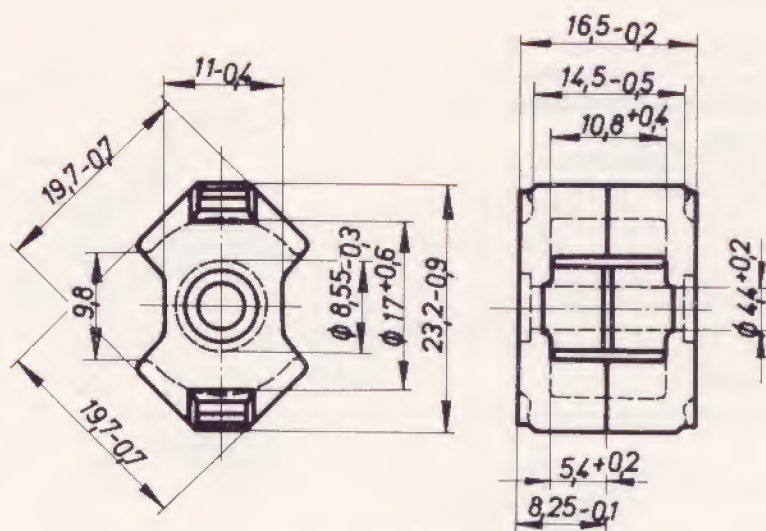
Aufbauteile für RM-6

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4275.00	Typ 211, TGL 15 565
2	2	Bügel	5138.2-4275.00	Federstahl
3	1	Gewindebuchse	5138.1-4274.00	Polystyrol

* Der Hersteller der Spulenkörper ist
der „VEB Elektronik Gera“

5.2.4. RM-8

Bestellbeispiel eines Kernes RM-8
mit dem A_L -Wert 400 ± 12 nH
aus Manifer 183 mit Abgleichkern
5135.4-4127.24:
RM-8 – 5137.4-4243.24/400/183
Abgleichkern 5135.4-4127.24



Masse: ca. 10 g/Satz

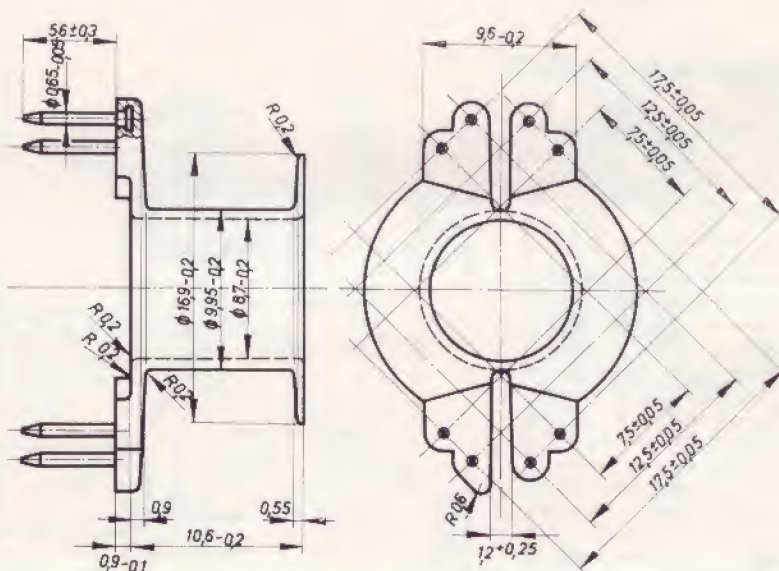
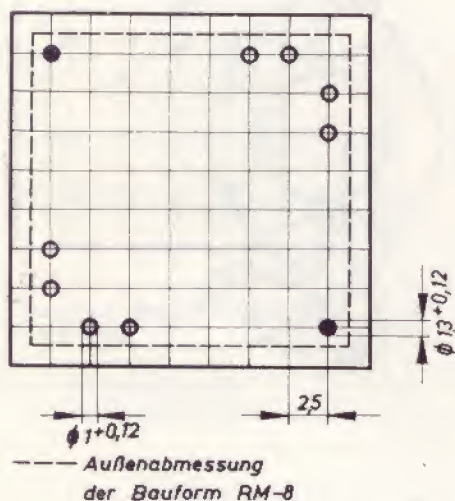
Zeichnungs-Nr.	A _L -Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4241.24	2 800 ± 700	183	—	—
5137.4-4242.24	1 000 ± 100	183	—	—
5137.4-4245.24	630 ± 31	183	—	—
5137.4-4243.24	400 ± 12	183	5135.4-4127.24	183
5137.4-4244.24	250 ± 7,5	183	5135.4-4532.22	163
5137.4-4281.26	6 400 ± 1 600	195	—	—

Spulenkörper 5138.4-4282.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt

$$A_n = 31 \text{ mm}^2$$

mittlere Windungslänge

$$l_0 = 42 \text{ mm}$$


Aufbauteile für RM-8

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4282.00	Typ 211, TGL 15 565
2	2	Bügel	5138.2-4285.00	Federstahl
3	1	Gewindebuchse	5138.1-4284.00	Polystyrol

* Der Hersteller der Spulenkörper ist
der „VEB Elektronik Gera“

E-Kerne

6.1. Allgemeines

E-Kerne werden aus den Werkstoffen Manifer 163, 164, 183 und 194 hergestellt.

Sie werden verwendet als Kernmaterial in Übertragern, Drosseln, Induktivitäten und Schaltnetzteilen.

Zu einem Satz E-Kerne gehören zwei E-Kernhälften, die an den geschliffenen Stoßflächen zusammengesetzt werden.

Zur Erzielung einer hohen zeitlichen Konstanz, engtolerierter Induktivitäten und zur Herabsetzung des Einflusses der Vormagnetisierung werden E-Kerne mit unterschiedlichen Luftspalten im Mittelsteg geliefert. Der Luftspalt kann durch Einlegen von Kunststoffscheiben zwischen die Außenschenkel bzw. durch Abschleifen des Mittelsteiges erzielt werden.

Luftspalte $< 0,2$ mm werden asymmetrisch in nur einen Mittelschenkel geschliffen. Der Spulenkörper ist dabei in die E-Kernhälfte einzukleben, in die der Luftspalt eingeschliffen ist. Luftspalte $> 0,2$ mm werden symmetrisch in beide Mittelschenkel geschliffen.

6.2. Armaturen

Vom Hersteller der E-Kerne werden keine Armaturen und Spulenkörper geliefert. Die Abmessungen der E-Kerne sind so gewählt, daß die Armaturen und Spulenkörper nach TGL 200-1723, TGL 9870 und TGL 0-14 304 der M-Blechschnittreihe verwendet werden können.

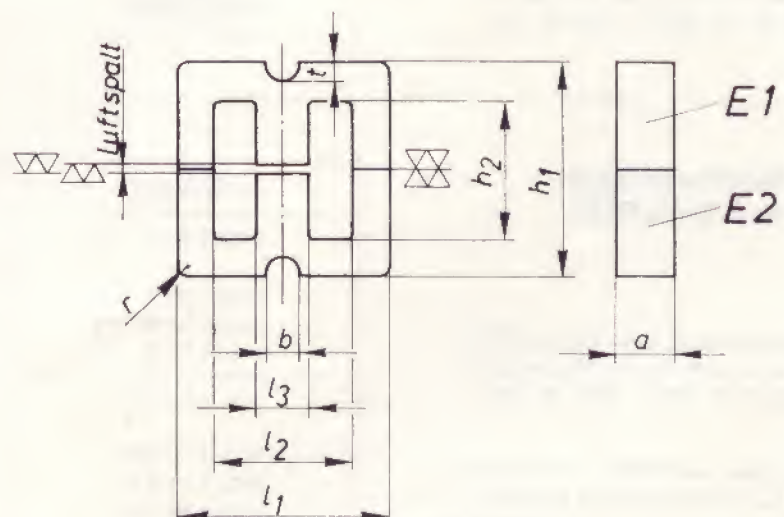
6.3. E-Kern - Übersicht

	EE 20		EE 30		EE 42		EE 55		EE 42/20*)	
		zul. Abw.		zul. Abw.		zul. Abw.		zul. Abw.		zul. Abw.
a	5,3	— 0,6	7,3	— 0,6	15,3	— 0,8	21	— 1,3	20	— 1
Differenz $a_{E1} - a_{E2}$	höchstens	0,3	höchstens	0,3	höchstens	0,5	höchstens	0,5	höchstens	0,5
b	3	$\pm 0,3$	3,2	$\pm 0,3$	3,5	$\pm 0,3$	5	$\pm 0,3$	3,5	$\pm 0,3$
h_1	20,4	$\pm 0,6$	30,4	$\pm 0,9$	42,4	$\pm 1,2$	55,6	$\pm 1,5$	42,4	$\pm 1,2$
h_2	12,6	$+ 1,2$	19,4	$+ 1,2$	28,8	$+ 1,8$	37	$+ 2,2$	28,8	$+ 1,8$
l_1	20	$\pm 0,6$	30	$+ 0,6$ $- 1,2$	42	$+ 1,2$ $- 1,4$	55	$+ 1,4$ $- 2,0$	42	$+ 1,2$ $- 1,4$
l_2	12,8	$+ 0,8$	19,5	$+ 1,2$	29,6	$+ 1,8$	37,5	$+ 2,2$	29,6	$+ 1,8$
l_3	5,2	— 0,6	7,3	— 0,6	12,2	— 0,7	17,2	— 1	12,2	— 0,7
r	1	$\pm 0,3$	2	$\pm 0,3$	2,5	$\pm 0,3$	3	$\pm 0,3$	2,5	$\pm 0,3$
t**)	1,6	$+ 0,6$	1,8	$+ 0,6$	5,5	$+ 0,6$	6,5	$+ 0,6$	5,5	$+ 0,6$

*) vorläufige Werte

**) Bei EE-Kernen aus dem Werkstoff Manifer 194 kann das Maß t entfallen.

Die EE-Kerne entsprechen TGL 4820 (außer EE 42/20)



6.5. Bestellunterlagen

6.5.1. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 20

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 30
mit A_L -Wert 630 nH aus Manifer 183:
Kern EE 30 TGL 4820 – 630 Mf 183

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5122.4-2111. .*)	630 \pm 250 — 160	163, 164
5122.4-2112. .*)	250 \pm 50	163, 164
5122.4-2113. .*)	160 \pm 25	163, 164
5122.4-2114. .*)	100 \pm 10	163, 164
5122.4-2211.24	1 000 \pm 400 — 250	183
5122.4-2212.24	400 \pm 80	183
5122.4-2213.24	250 \pm 35	183
5122.4-2214.24	160 \pm 15	183
5122.4-2215.24	100 \pm 10	183

6.5.2. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 30

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 20
mit A_L -Wert 1000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 20 TGL 4820 – 1000 Mf 183

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5122.4-3111. .*)	1 000 \pm 400 — 250	163, 164
5122.4-3112. .*)	400 \pm 80	163, 164
5122.4-3113. .*)	250 \pm 35	163, 164
5122.4-3114. .*)	160 \pm 15	163, 164
5122.4-3211.24	1 600 \pm 640 — 400	183
5122.4-3212.24	630 \pm 130	183
5122.4-3213.24	400 \pm 60	183
5122.4-3214.24	250 \pm 25	183
5122.4-3215.24	160 \pm 15	183

6.5.3. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 42

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 42
mit A_L -Wert 1000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 42 TGL 4820 – 1000 Mf 183

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5122.4-4111. .*)	2 500 \pm 1 000 — 625	163, 164
5122.4-4112. .*)	1 000 \pm 200	163, 164
5122.4-4113. .*)	630 \pm 90	163, 164
5122.4-4114. .*)	400 \pm 40	163, 164
5122.4-4211.24	4 000 \pm 1 600 — 1 000	183
5122.4-4212.24	2 500 \pm 500	183
5122.4-4213.24	1 000 \pm 150	183
5122.4-4214.24	630 \pm 63	183
5122.4-4215.24	400 \pm 40	183

6.5.4. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 55

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 55
mit A_L -Wert 1000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 55 TGL 4820 – 1000 Mf 183

*) Die letzten zwei Stellen der Typen-Nr.
sind je nach Werkstoff zu ergänzen
.22 Manifer 163
.32 Manifer 164

Zeichnungs-Nr.	A_L -Wert nH	Manifer
5122.4-5111. .*)	4 000 \pm 1 600 — 1000	163, 164
5122.4-5112. .*)	1 600 \pm 320	163, 164
5122.4-5113. .*)	1 000 \pm 150	163, 164
5122.4-5114. .*)	630 \pm 60	163, 164
5122.4-5211.24	6 100 \pm 2 450 — 1 600	183
5122.4-5212.24	4 000 \pm 800	183
5122.4-5213.24	1 600 \pm 240	183
5122.4-5214.24	1 000 \pm 150	183
5122.4-5215.24	630 \pm 63	183

**6.5.5. Bestellunterlagen
für EE-Kerne aus Manifer 194**

Kerngröße	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
EE 42	5122.4-4311.35	194
EE 55	5122.4-5311.35	194
EE 42/20	5122.4-9111.35	194

Magnetische Kennwerte (vorläufig)					
	EE 42	EE 42/20	EE 55	zugeordnete Meßbedingungen	
P_v (W/Paar)	3,04	4,00	7,36	298 K (25 °C)	$\widehat{B} = 200$ mT $H = 0, \delta = 0$
P_v (W/Paar)	2,50	3,30	6,06	373 K (100 °C)	$f = 16$ kHz
B (mT)	≥ 290			373 K (100 °C)	$\widehat{H} = 250$ A/m $\delta = 0$ $f = 16$ kHz
A_e (cm ²)	1,83	2,40	3,52	mittleres magnetisches Volumen	
l_e (cm)	9,80	9,80	12,30	mittlere magnetische Weglänge	
V_e (cm ³)	17,90	23,50	43,30	mittlerer magnetischer Querschnitt	

mit: δ = Luftspalt

P_v = Verlustleistung pro Kernpaar

\widehat{B} = Induktion ($\widehat{B} = \frac{2}{\Delta \widehat{B}}$, sinusförmig)

\widehat{H} = Wechselfeldstärke (Spitzenwert)

H_- = Gleichfeldstärke (Vormagnetisierung)

f = Meßfrequenz



HEIM-ELECTRIC

EXPORT-IMPORT

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR · 1026 BERLIN · ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

KOMBINAT

VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF

DDR - 653 Hermsdorf / Thüringen, Friedrich-Engels-Straße 79

Telefon: 510 · Telex: 58246

Telegramme: Kaweha Hermsdorf / Thür.

WIR PRODUZIEREN:

Isolierkörper und Isolatoren
für Apparate und Freileitungen für höchste Spannungen

Elektronische Bauelemente für die Rundfunk-, Fernseh-,
Nachrichten-, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik
und für die Datenverarbeitung

Apparate und Anlagen aus Hartporzellan und Steinzeug
für die chemische und artverwandte Industrie

Hochverschleißfeste, hochtemperaturbeständige, korro-
sionsfeste und elektrisch maximal belastbare oxidkera-
mische Erzeugnisse für die verschiedensten Industrie-
zweige

Isolier- und Bauteile für die Elektrotechnik,
Schaltgeräte, Funken- und Lichtbogenschutz, Wärme-
und Beleuchtungsgeräte

Bauteile und -elemente für die HF-Technik,
Tragkörper für Kohleschicht-, Metallschicht- und
Drahtwiderstände

Sintermetallische Kontakt- und Stromübertragungs-
elemente, Einbauteile für Röhrentechnik, Überschwer-
metalle als Abschirmmaterial für Gammastrahlen

Isolator-Zündkerzen für Otto-Motoren in allen
Gewindegrößen und Wärmewerten, Rennkerzen und
Spezialkerzen

Heizstäbe zur Anwendung in Industrie, Handwerk,
Gewerbe, für Liegeplatzbeheizung zur Tieraufzucht,
für die Beheizung von Weichen der Schienenfahrzeuge

Generallieferant für den Aufbau kompletter Produk-
tionsanlagen bis zu schlüsselfertigen Fabriken für die
Elektroporzellanfertigung und Zündkerzenproduktion.

Wir erwarten Ihre Anfragen!